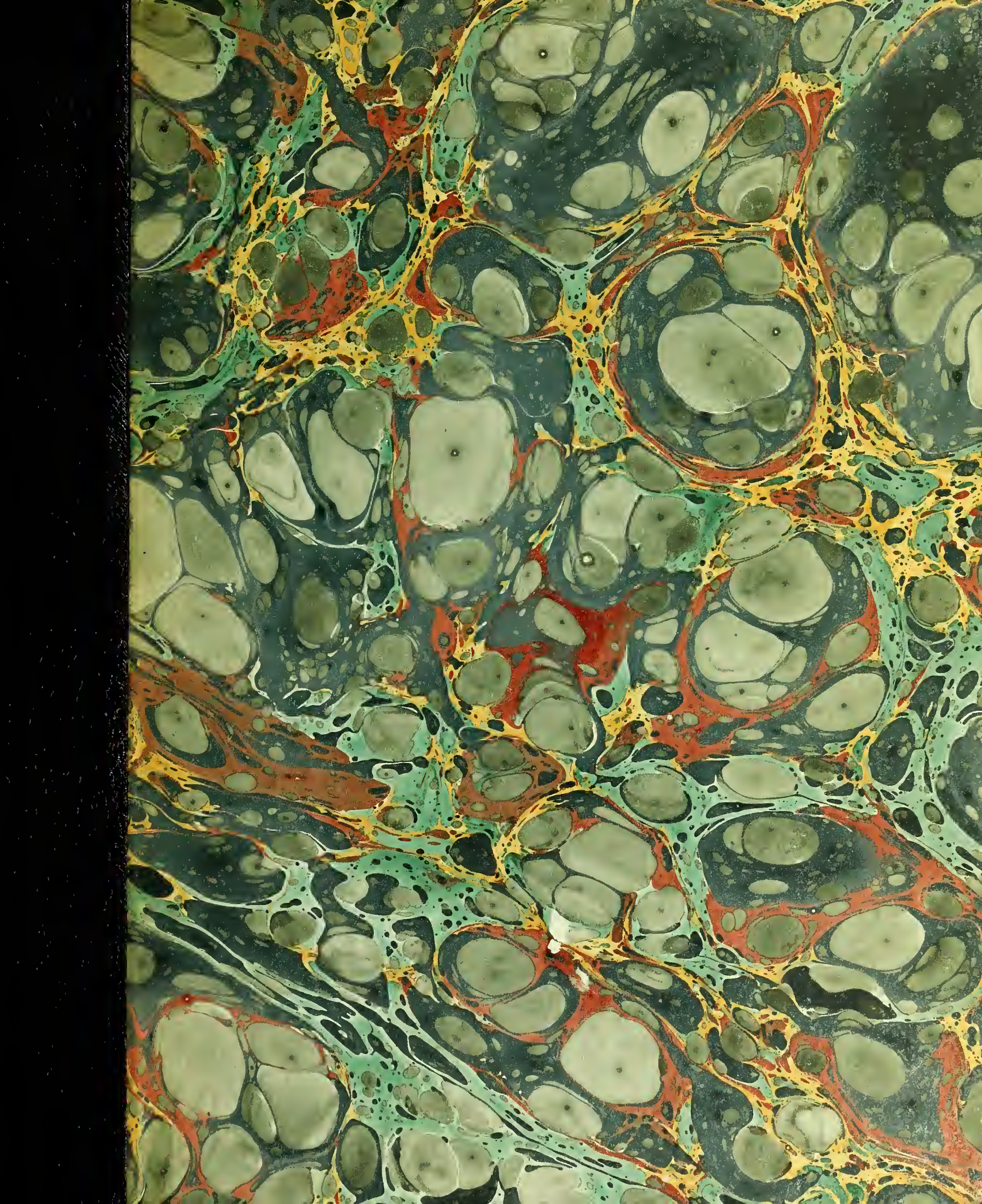
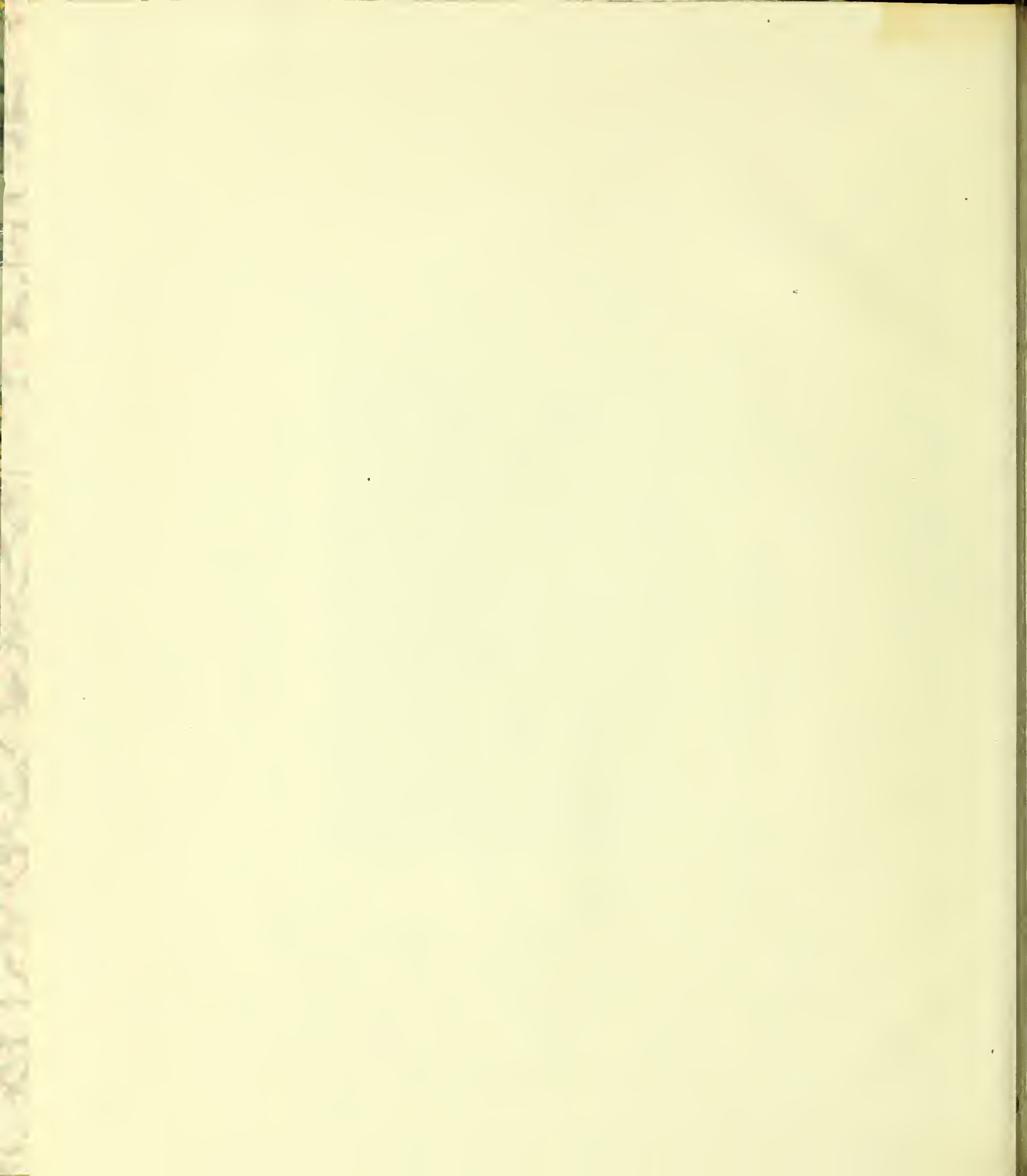



COLL. REG. MED. LOND.
MDXVIII
O BIOC
TEXNH
BPAXYC H
ΔE
MAKPH





ÜBER

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER

THIERE.

BEOBACHTUNG UND REFLEXION

VON

DR. KARL ERNST v. BAER.



ERSTER THEIL.

MIT DREI COLORIRTEN KUPFERTAFELN.

KÖNIGSBERG 1828.

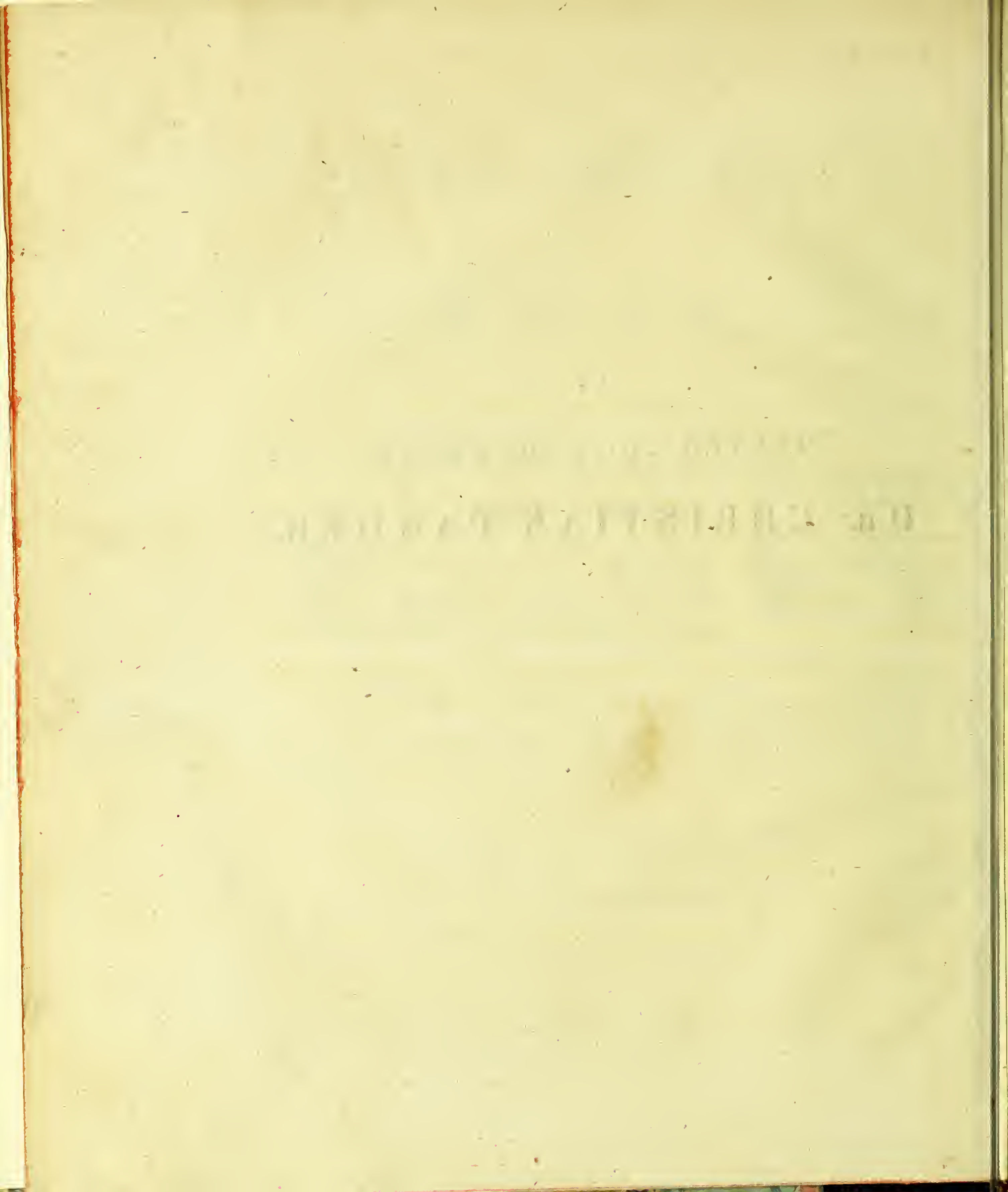
BEI DEN GEBRÜDERN BORNTRÄGER.

Simplex est sigillum veritatis!

AN

MEINEN JUGENDFREUND

DR. CHRISTIAN PANDER.



Beiträge zur Entwickelungsgeschichte wollen hier in die Welt treten. Bevor sie selbst reden, ist über ihre eigene Entwickelungsgeschichte zu berichten, damit man wisse, was sie erzeugt, gepflegt und sonst auf sie gewirkt hat. Wer aber wird ein freundliches Ohr schenken der Rede des Vaters, die vielleicht länger sich ausspinnt, als sie sollte, da er kaum weifs, ob er das Vorliegende eine verspätete Frühgeburt oder eine frühzeitige Spätgeburt nennen soll? Wohl nur der Jugendfreund, den früh gleiche wissenschaftliche Liebe mit ihm verband!

Du hast noch ein näheres Recht, ja vielleicht eine Verpflichtung, des Kindleins Pathe zu seyn. Wenn nämlich die Bildung der Frucht ein Wachsthum über die Schranke des Individuums hinaus ist, so dürfen die vorliegenden Untersuchungen sich rühmen, eine Folge jener für die Naturwissenschaft ewig denkwürdigen Verbindung zu seyn, in welcher ein in physiologischen Forschungen ergrauter Veteran, ein von Eifer für die Wissenschaft glühender Jüngling und ein unvergleichlicher Künstler sich verbanden, um durch vereinte Kräfte eine feste Grundlage für die Entwickelungsgeschichte des thierischen Organismus zu gewinnen. Du wurdest der Sprecher dieses Triumvirates, Dir also überreiche ich, was ich dem Vereine widmen möchte, zu dessen Bildung eine zufällige Veranlassung gegeben zu haben, mir das unverdiente Glück zu Theil wurde, indem ich Dich bei unsrer Begegnung in Jena bewog, nach Würzburg zu kommen, um meinen Herrn und Meister Döllinger kennen zu lernen, in dessen Hause jeder angehende Naturforscher Anregung, Unterstützung und Belehrung jeglicher Art fand. Du bliebst länger, als Du gewollt hattest. Da entwickelte sich jene glückliche Zeit, (wie gern verweilt meine Erinnerung bei ihr!) in welcher uns Döllinger und Nees von Esenbeck nach Würzburg und Sickershausen wie zwei Pole zogen,

die ich aber nicht gegenseitig flohen, sondern selbst anzogen. Auf einer solchen Wanderung nach Sickershausen war es, wo Döllinger, als wir über den kleinen Steg gingen, der, von dem Wege aus Kitzingen nach Mainbernheim ab, gegen Sickershausen leitet, den Wunsch äufserte, dafs ein junger Naturforscher unter seinen Augen, eine neue Reihe von Untersuchungen über die Entwickelung des Hühnchens anstelle, und hinzufügte, er hoffe, dafs sich wichtige Resultate ergeben würden. Der Vorschlag zog mich ungemein an, aber mein Aufenthalt in Würzburg konnte nicht mehr lange währen und auch in andrer Hinsicht ging die Unternehmung über meine Kräfte. Zum bessern Glücke für die Wissenschaft warst Du in der Nähe und Du fafstest den Gedanken mit Wärme auf, der in Sickershausen zu einem festen Plane sich gestaltete. So begannen die Untersuchungen, deren Anfängen ich noch beiwohnen konnte und für die ich eine grofse Vorliebe mitnahm. — In Königsberg zu einem neuen Berufe angekommen, hatte ich anfangs diesem Gegenstande keine Zeit zu widmen. Als ich aber im Jahr 1818 Deine Dissertation erhielt, ward der Wunsch in mir rege, dafs auch der ungenannte Freund der ersten Zeile sein Scherflein zur Entwickelungsgeschichte beitragen möge. Er wurde bald noch lebendiger, als Deine Beiträge ankamen. Sie gaben mir Licht, aber das Faltensystem wollte mir durchaus nicht zusagen und gegen die Darstellung von der allmähligen Bildung des Amnions meinte ich Zweifel hegen zu dürfen. So ging ich 1819 an die erste eigene Beobachtung, die nur auf Verständnifs Deiner Untersuchungen gerichtet seyn konnte. Die Bildung des Amnions fand ich zwar wie Du sie angegeben hast, aber die Faltungen glaubte ich als Abschnürungen auffassen zu müssen. Im folgenden Sommer wurde eine neue Reihe von Untersuchungen begonnen. Jetzt ward es mir zuerst klar, dafs ein Schatten, den die innere Fläche Deiner Primitivfalten wirft, und die schräge Richtung, in welcher diese Erhebungen nach aufsen in die Fläche der Keimhaut übergehen, wodurch ihr Uebergang schwer

kenntlich wird, Dich zu der Ansicht verleitet haben, als lägen die Wirbelanfänge nach aufsen neben den Primitivfalten, während sie doch in ihrem Innern liegen. An diese Bemerkung knüpfte sich meine ganze fernere Untersuchung, denn gleich einem leuchtenden Strahle schofs es mir nun durch die Seele, wie der Typus im Bau der Wirbelthiere sich allmählig im Embryo ausbildet. — Schon früher nämlich hatten sich in mir die Vorstellungen von den verschiedenen Typen im Bau der Thiere gestaltet, von denen ich endlich im Vten Bande der Verhandlungen der Leopoldinischen Akademie eine Skizze vorgelegt habe, und über welche bereits im Winter von 1816 auf 1817 Hartmann, Fowelin und andre unsrer Freunde in Berlin meinen ersten Lehrkitzel in vier oder fünf Vorlesungen aushalten mufsten *). Es sind dieselben Vorstellungen, welche ich in jener Schrift im Jahr 1819 zu entwik-

*) Also vor Erscheinung von Cuvier's *Règne animal.* Ich erlaube mir, diesen geringfügigen Umstand zu bemerken, um mich zu rechtfertigen, wenn ich die in dem vorliegenden Buche zum Grunde gelegten Ansichten über die Verwandtschaftsverhältnisse der Thiere als die meinigen behandle, in so fern man Etwas sein Eigenthum nennen kann, was eine Frucht der Zeit ist. Denn dafs Cuvier's Eintheilung des Thierreiches in vier grofse Gruppen, die so unendlich fruchtbar für die Erkenntnifs des thierischen Baues geworden ist, durch mehrfache Entdeckungen, unter denen seine eigenen oben an stehen, vorbereitet gewesen seyn mufs, sieht man schon daraus, dafs Rudolphi's vorgeschlagene neue Eintheilung der Thiere in seinen Beiträgen zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte im Grunde dieselbe ist. Auch diese vortreffliche Abhandlung, die später mit Cuvier's unsterblichem Werke meinen Vorstellungen mehr Festigkeit und Klarheit gegeben hat, war mir damals noch nicht bekannt. Nur der Einwirkung war ich mir bewufst, die Oken's Nachweisung der Wirbel im Schädel auf mich gehabt hatte, und der Vergleichung dieses Verhältnisses mit denjenigen niedern Thieren, die ich selbst untersucht hatte. Hiermit mag man meine Vorliebe für diese Ansichten von den thierischen Verwandtschaften entschuldigen, die mir die Beobachtung im Felde der Entwickelungsgeschichte überall wieder zu geben schien. Rudolphi und Cuvier haben mehr den Zweck, Eintheilungsgründe für eine systematische Anordnung der Thiere zu geben. Worin ich von ihnen abweichen zu müssen glaube, habe ich in der siebenten Abhandlung meiner Beiträge für den genannten Band der *Nova Acta Acad. Nat. Curios.* hervorgehoben. Ueberhaupt bitte ich jenen Aufsatz, so wie die Bemerkungen über das äufsere und innere Skelet in Meckel's *Archiv* 1826 mit dem vorliegenden Buche als ein organisch zusammengehöriges Ganzes zu betrachten. Sie kommen aus derselben Wurzel und sind nur verschiedene Blätter desselben Stammes.

keln unternahm, von der ich Dir die vier ersten Bogen mitgetheilt habe. Mehr sind nicht gedruckt, weil es mich in Verlegenheit setzte, mein eigener Verleger zu seyn und ich das *nonum prematur in annum* in Anwendung bringen wollte. Es wurde nach dieser Vorbereitung mir nun klar, wie von einer Mittellinie aus sich Deine Primitivfalten, die ich später Rückenplatten benennen lernte, nach oben und die Bauchplatten nach unten schlagen, um den animalen Theil des Wirbelthiers zu bilden, und wie im plastischen Theile der Typus der Mollusken sich offenbart. So wurden mir die Untersuchungen über Entwickelungsgeschichte immer lieber, da sie sich mit meinen übrigen Ansichten von der thierischen Organisation überall verschmolzen und beide gegenseitig die Gewähr ihrer Wahrheit zu geben schienen. Jetzt wird man freilich, wenn der Entwickelungsgang sich so unendlich einfach zeigt, finden, dafs sich das alles von selbst so verstehe und kaum der Bestätigung durch die Untersuchung bedurft hätte. Aber die Geschichte vom Ei des Columbus wiederholt sich täglich, und es kommt mir darauf an, es einmal auf den Ring gestellt zu haben. — Wie langsam man übrigens in der Erkenntnifs dessen, was sich von selbst versteht, fortschreitet, besonders wenn beachtungswerthe Auctoritäten entgegenstehen, davon habe ich an mir selbst Erfahrungen genug gemacht. Obgleich ich schon im Jahr 1820 erkannt hatte, dafs der Typus der Wirbelthiere die ganze Entwickelungsgeschichte beherrscht, und meine Untersuchungen während der Sommer 1821, 1822 und 1823 fortsetzte und in dem zuerst genannten Jahre bereits nach diesen Ansichten in der hiesigen physicalisch - medicinischen Gesellschaft eine Reihe von Vorlesungen mit Demonstrationen verbunden hielt, so hatte ich doch den dunklen Streifen, der sich schon früh in der Mittelebene zeigt, nicht für das erkannt, was er ist, weil Du, mein Freund! ihn für das Rückenmark angesehen hast. Ich hatte ihn nicht erkannt, obgleich ich immer eingestehen mufste, den Zusammenhang zwischen der spätern Form des

Rü-

Rückenmarkes und diesem dunklen Faden nicht begreifen zu können. Ueberhaupt hat mich die Erfahrung gelehrt, dafs der Fortgang der Entwickelung so einfach und so gleichmäfsig ist, dafs man, so bald er für irgend einen Theil gefunden ist, nicht begreifen kann, wie man ihn nicht vorher gesehen hatte. Es wird sich immer finden, dafs unter allen möglichen Weisen, die man sich ersinnen kann, die Natur die einfachste und zunächst liegende befolgt. So kann ich jetzt nicht ohne Vergnügen an die lange Sorge denken, die mir die Entstehungsweise der Leber verursacht hat. Ihr erstes Auftreten ist sehr schwer aufzufinden, und wird nur zu leicht verkannt, weil die Vorbildung zur Leber selbst gar keine äufsere Aehnlichkeit hat. Nachdem ich nun, immer rückwärts gehend, die Weise der Entstehung vollständig gefunden, konnte ich nicht mehr begreifen, wie ich andre Möglichkeiten in meinem Geiste gestattet hatte. Nicht anders ist es mir mit dem Athmungsapparate ergangen. Seine Entstehungsweise, lange ein Räthsel für mich, ist die möglichst einfache. Unsre Phantasie aber schreitet so leicht über den einfachen Gang der Natur weg!

Ich habe aber noch Historisches zu berichten. Bis zum Jahr 1823 waren also meine Untersuchungen fortgesetzt und hatten mir bereits die Fundamental-Resultate gegeben, von welchen aus alles übrige betrachtet werden mufs. Vorzüglich hatte ich jedoch in der frühern Bildung mich zu orientiren gesucht, und da ich schon mit dem Gedanken umging, einst eine ausführliche Darstellung zu geben, mich vor allen Dingen bemüht, die schwierigen ersten Tage der Entwickelung vollständig kennen zu lernen. Darauf trat eine lange Lücke ein, indem die Anlegung eines zoologischen Museums hieselbst mir die Nöthigung auflegte, mich näher mit der beschreibenden Zoologie zu beschäftigen, auch einzelne anatomische Arbeiten mich in Anspruch nahmen.

Die Wiederaufnahme der unterbrochenen Untersuchungen verdanke ich dem freundlichen Zureden unsers ersten Lehrers in der Anatomie und Physiologie, der die Liebe für diese Fächer in uns erweckt hat, meines jetzigen Collegen Burdach. Nachdem von demselben der Plan zu einer umfassenden Bearbeitung der Physiologie entworfen und die Realisirung derselben begonnen war, hatte er die Güte, mich zu einer Bearbeitung der Entwickelungsgeschichte des Hühnchens für diese Physiologie aufzufordern. So schmeichelhaft es mir auch war, an einem so ehrenvollen Platze eine kurze Darstellung meiner bisherigen Erfahrungen zu geben, so wäre es meinen Wünschen noch mehr entsprechend gewesen, nur über die Entwickelung der ersten fünf Tage zu berichten, weil ich nur für diese Zeit mit einiger Vollständigkeit orientirt zu seyn glaubte, und ich den Wunsch hegte, bei meiner Darstellung der Entwickelungsgeschichte, so viel an mir läge, die Aufnahme von Unrichtigkeiten zu vermeiden. Indessen liefs ich mich zur Uebernahme des Ganzen bewegen und glaubte mir nur das Recht vorbehalten zu müssen, meinen Beitrag als *opusculum in opere* betrachten zu können, und nicht blofs erzählend zu verfahren, sondern die zunächst liegenden allgemeinen Resultate, wie ich sie schon im Jahr 1821 vorgetragen hatte, mit aufnehmen zu dürfen.

So entstand, nachdem ich im Jahr 1826 und 1827 die früheren Perioden noch einmal untersucht und in der spätern, so viel die Zeit erlaubte, mich umgesehen hatte, die nachfolgende Abhandlung. Sie wurde, so wie sie niedergeschrieben war, theilweise von Ende des Augusts 1827 an, meinem Collegen übergeben. Nachdem gegen Ende des Septembers die Ablieferung bis zu dem Schlusse des §. 7 (nach dem vorliegenden Abdrucke) erfolgt war, fand es sich, dafs wir uns doch nicht gehörig verständigt hatten. Burdach wünschte einige allgemeiner scheinende und nicht streng zur Erzählung gehörige Bemerkungen entweder an andere Stellen versetzt oder ganz weggelassen zu sehen. Ich konnte mich zu den Versetzungen nicht entschliefsen, da ich

die Stellen, in welche sie eingerückt werden sollten, noch nicht kannte, willigte aber gern in die Weglassung, für welchen Fall ich einen schon geschriebenen Bogen (es ist der §. 8 dieses Abdruckes) zurückbehalten zu müssen glaubte, da die meisten allgemein scheinenden Bemerkungen nur Vorbereitungen für diesen Paragraphen sind.

Später erst, nach Ablieferung des Ganzen bis §. 14, fand ich, daſs durch ein Miſsverständniſs dennoch einige jener Bemerkungen an andre Orte des Hauptwerkes verlegt waren, und in der für den Druck genommenen Abschrift meines Manuscriptes, um es mehr dem Ganzen anzupassen, noch kleine Umgestaltungen vorgenommen waren, die, wenn sie auch nicht wesentlich seyn mochten, doch um so mehr den Wunsch in mir rege machten, das Ganze in seiner ursprünglichen Form mit seinen Unvollkommenheiten erscheinen zu lassen, da ich den Umfang der Veränderungen nicht kannte, während ich ursprünglich die Absicht hatte, dieser vorläufigen Skizze eine erweiterte, mit zahlreichen Abbildungen versehene Entwickelungsgeschichte des Hühnchens später folgen zu lassen.

Bei einer neuen Durchsicht des Manuscriptes habe ich nur einige Unvollkommenheiten des Ausdruckes verändert, Marginalien über den Inhalt der einzelnen Abschnitte zum bequemern Gebrauche beigefügt, und ein Paar Bemerkungen, eben nicht von Bedeutung, sind unter den Text gesetzt. Selbst was ich über die Bildung der Wolffischen Körper gesagt hatte, ist in seiner ursprünglichen Form geblieben, obgleich ich bei Ausarbeitung des Manuscriptes über sie durch Rathke's Darstellung der spätern Umbildung (vergleiche: *Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig*, Bd. I. Heft 4.) sehr in Zweifel gesetzt war. Jetzt hat Rathke, wie ich erfahre, selbst seine frühere Ansicht geändert. Wenn ich seine jetzige auch noch nicht näher kenne, so würde ich doch nun nicht mehr zweifeln, daſs die Wolffischen Körper nichts sind, als vorübergehende Nieren, ähnlich den blei-

denden Fischnieren. Es freut mich wenigstens, für die Art ihrer Bildung die Ansicht verfochten zu haben, dafs sie aus einem Blutgefäfse hervorsprossen. Ich hoffe, dafs diese sich bewähren wird.

Vielleicht hätte ich das Ganze umarbeiten sollen, um die trockne Erzählung durch eingestreute Anwendungen auf physiologische Fragen lebendiger zu machen. Das aber hätte ein neues Werk gegeben, was ich nicht beabsichtigte, und mir die Möglichkeit einer spätern ausführlichen Bearbeitung abgeschnitten. Auch hebt sich wohl nach einer Frist von drei Vierteljahren allerdings manches Verhältnifs klarer hervor, und besonders tritt uns eine consequentere Benennung entgegen, wenn wir die angenommene erst in der Ausarbeitung erprobt haben. Indessen habe ich in dieser Hinsicht auch nur Eine Umänderung vorgenommen. Ich habe die Benennung Keimhaut nur für den hautförmigen Theil gebraucht, welcher nach allen Seiten vom Embryo sich ausbreitet, für die frühere Zeit aber, wo der Embryo noch gar nicht verschieden ist von einer umgebenden Keimhaut, sondern beide Theile nur ein indifferentes Ganzes bilden, schien mir die Bezeichnung *Keim* der Sache und der Sprache am angemessensten. Das Wort Keimblatt, welches Du zugleich mit Keimhaut anwendest, hat das Unbequeme, dafs in diesem Blatte wieder Blätter zu unterscheiden sind und in manchen Thieren der Keim schon beim Hervortreten sackförmig ist. Die Benennung Rückenplatten und Bauchplatten hätte ich auch vielleicht nach einer Verbesserung, die ich später kennen lernte, verändern sollen. Burdach nennt sie Spinalplatten und Visceralplatten. Nun bilden die ersten allerdings in den Wirbelthieren die obere Hälfte des Leibes, welche das Rückenmark enthält, und die letztern die untere Körperhälfte, welche die bildenden Organe einschliefst. Allein ganz entschieden schien mir der Vorzug auch nicht, denn die Benennung *medulla spinalis,* von welcher das erstere Wort abgeleitet wird, ist selbst wieder abgeleitet, und zwar morphologisch unrichtig abgeleitet von *Spina,* dem Stamme

der Wirbelsäule. Dieser Stamm hat aber eben sowohl Beziehung zur obern, als zur untern Hälfte des Körpers der Wirbelthiere. Zweitens würden die beiden Platten, aus welchen die gegliederten Thiere sich bilden, nach dieser Benennung Visceralplatten genannt werden müssen. Die Thiere sind aber wohl nicht blos Bäuche. Ueberdiefs hatte ich die frühere Benennung auch schon in Druckschriften gebraucht. So ist sie denn auch hier beibehalten, da die obere und untere Fläche der Thiere nicht nur im gemeinen Sprachgebrauche, sondern auch in der zoologischen Kunstsprache Rücken- und Bauchfläche *(venter, gastraeum)* benannt werden. Wenn in gegliederten Thieren nicht für beide Flächen besondere Plattenpaare auftreten, so wird es am passendsten seyn, das einfache Paar Seitenplatten zu nennen, besonders da die Centrallinie dieser Platten mehr in der Bedeutung der Centrallinie der Bauchplatten der Wirbelthiere, die Schlufslinie in der Bedeutung der Schlufslinie der Rückenplatten derselben steht, (worüber ich auf das 4te *Corollarium* zu *Schol. V.* verweise,) ohne jedoch vollständige Uebereinstimmung zu haben. Hiervon suche ich den Grund in dem Schema der Entwickelung selbst, welches in den Wirbelthieren den Primitivstreifen, den Inbegriff aller Centrallinien, in die Mitte stellt, in den gegliederten Thieren ihn aber an der einen Fläche läfst, welche die untere wird. — Dieselben Gründe, die mich bestimmt haben, das Wort Rückenplatten beizubehalten, mufsten mir aber auch die Benennung Rückensaite als unpassend erscheinen lassen, da dieser Theil zwischen Rücken und Bauch in der Mitte liegt. Ich habe ihn in dem zweiten Abschnitte dieses Buches Wirbel- oder Spinalsaite genannt, konnte aber die Umänderung in der bereits zum Drucke beförderten Entwickelungsgeschichte selbst nicht mehr anbringen. Die Veränderung ist indessen so einfach, dafs Mifsverständnisse dadurch nicht zu fürchten sind.

Diesen ausführlichen Bericht über die erste Abhandlung der vorliegenden kleinen Sammlung, glaubte ich mehr mir selbst als dem Publicum schuldig zu seyn, um den neuen Abdruck zu rechtfertigen. Die Erzählung der Entwickelung

des Hühnchens ist, wenn auch nicht kurz, dennoch ihrer ursprünglichen Bestimmung gemäfs gedrängt und beschränkt sich nur auf das, was zur Darstellung der Vorgänge gehört, ohne vollständige Rücksicht auf die Leistungen meiner Vorgänger zu nehmen. An einigen Stellen, wo mir eigene Beobachtungen fehlten, und ich doch wichtige Verhältnisse nicht übergehen wollte, wie das Maafs des Gewichtsverlustes und die Weiterbildung der an der Lunge hängenden Blasen zu Luftsäcken, habe ich die benutzten Auctoritäten genannt. Alles übrige bitte ich als den Bericht über eigene Untersuchungen anzusehen. So ist, was ich über die Blutbildung zweifelnd anführe, auch nicht als Widerspruch gegen Deine oder Wolff's Darstellung zu betrachten, sondern soll nur genau angeben, wie weit ich selbst gelangt bin. Das erste Strömen im dunklen Theile der Keimhaut aufzufinden, scheint mir so unendlich schwierig, dafs ich darauf aufmerksam zu machen nicht für überflüssig hielt, da man jetzt in Inaugural-Dissertationen die Sache so darstellt, als ob sie nach Eröffnung von ein Paar Dutzend Eiern Jedem entgegenträte. Dafs es C. Fr. Wolff und Dir gelungen ist, die erste Bewegung zu erkennen, wenn Ihr Euer Augenmerk anhaltend auf diesen Gegenstand gerichtet habt, bestimmt läugnen zu wollen, war meine Absicht nicht. Auch bin ich vollkommen davon überzeugt, dafs erst durch die Bewegung des Blutes die Gefäfswand sich bildet, aber zwischen dem Mangel einer festen Gefäfswand und der Bewegung ohne vorgebildete Bahn, sind noch viele Zwischenstufen, welche wohl in Embryonen kaltblütiger Thiere, die lange unter dem Microscope leben, sich auffinden lassen. Im Hühnchen wird man die erste Bewegung kaum in tausend Fällen einmal treffen können, vielleicht nie. Dieses näher aus einander zu setzen, würde mich hier zu weit führen.

Die Zahl der von mir geöffneten Eier mag sich auch, wie bei der Würzburger Untersuchung, auf ein Paar Tausend belaufen. Du weifst aber sehr wohl, dafs solche Zahlen den Erfolg eben nicht ausmachen, und dafs es vielmehr darauf ankommt, die Embryonen in den am meisten belehrenden Momenten zu erhalten,

und diese gehörig zu benutzen, nachdem man die nöthige Fertigkeit erlangt hat, vor allen Dingen aber auf ein deutliches Bewufstseyn von Dem, was man sucht. Die Verwunderung über die Kleinheit der Theile, an der die Vorzeit sich erfreute, genügt nicht mehr. Wie und woraus sie sich hervorbildeten, müssen wir erforschen, sie deshalb in der Bildung rückwärts verfolgen und zu diesem Zwecke eine grofse Zahl von Embryonen untersuchen.

Eine vollständige Reihe von Abbildungen zu liefern, war mir jetzt nicht möglich, theils weil ich ein noch wenig geübter Zeichner bin, theils weil Kupferstiche, die man nicht unter seinen Augen ausarbeiten lassen kann, selten genügen, und eine bedeutende Zahl derselben in Königsberg anfertigen zu lassen nicht möglich ist, der Kosten nicht zu gedenken. Die idealen Abbildungen, die diesen Theil begleiten, werde ich unter meinen Augen stechen lassen, und dem zweiten Theile eine Tafel Abbildungen über einige wichtige Momente der Entwickelungsgeschichte beifügen. Diese soll auswärts gestochen werden, um daran zu erfahren, welchen Grad von Richtigkeit man auf diesem Wege erlangen kann. — So sehr ich mich bemüht habe, in den Zeichnungen der beiden ersten Tafeln die möglichste Richtigkeit mit einleuchtender Verständlichkeit zu verbinden, und sie deshalb im Verlaufe von sieben Jahren mehrmals umgezeichnet habe, so finde ich doch, dafs beide Aufgaben sich nicht vollkommen verbinden lassen. Wo sie sich entgegentraten, habe ich die der Deutlichkeit vorwalten lassen, und ich hoffe in der That, dafs die Betrachtung derselben in fortlaufender Reihe das Wesentlichste in der Entwickelungsgeschichte, die Hervorbildung des Embryo aus einem blattförmigen Theile, dem Beschauer lebendig vor die Seele stellen wird. Indessen mufsten doch offenbare Unrichtigkeiten vermieden werden. So durften die Figuren V und VI, da sie Längsdurchschnitte in der Mittelebene des Thiers sind, das Herz nicht so lang darstellen, als es um diese Zeit mit seinen Zipfeln wirklich ist, sondern nur die Länge seines Mitteltheiles zeigen. Eben so wird man in den Queerdurchschnitten der letzten Zeit die Höhe der häutigen Theile der Bauchwand we-

niger ansehnlich finden, als man sie vielleicht nach dem beschreibenden Texte erwartet. Man mufs sich hierbei erinnern, dafs diese Schnitte, um die allmählige Metamorphose des Darmes zu zeigen, sämmtlich in derjenigen Gegend der Bauchhöhle gedacht sind, die sich zuletzt schliefst. Anderes bemerkt die schon in den Druck gegebene Erklärung der Abbildungen. Ich erinnere nur noch, dafs nicht alle Zwischenglieder gegeben werden konnten und eben deshalb eine Figur auch wohl zur Erläuterung einer Bildung angeführt wird, die einige Stunden vorherging.

Für die Darstellung der Entwickelungsgeschichte habe ich noch zu bemerken, dafs ich den Embryo immer nach seiner horizontalen Lage beschrieben habe, nicht so, wie man die Raumverhältnisse in organischen Körpern wohl nach dem Baue des menschlichen bestimmt. Die Bauchfläche heifst also die untere, das Kopfende das vordere.

So viel über den ersten Abschnitt! Ihm ist, um dem Ganzen Leser und Käufer zu verschaffen, ein zweiter neu beigegeben, in welchem ich unter dem Namen *Scholien* und *Corollarien* einige allgemeine Bemerkungen mittheile. Eine gröfsere Strenge für Reinheit der deutschen Sprache mag sie Folgesätze und Zusätze nennen. Sie sollen Skizzen aus meinem wissenschaftlichen Glaubensbekenntnifs über die Entwickelungsgeschichte der Thiere geben, wie es sich aus der Beobachtung des Hühnchens und verwandten Untersuchungen in mir bisher gestaltet hat.

Es war vielleicht zu kühn, jene allgemeinen Umrisse, die bestimmt waren, nach längerer Zeit auf das gröfsere Werk zu warten, schon jetzt zu geben, da für sie kaum die Frucht eines ganzen Lebens hinreicht, und die genauere Untersuchung über Entwickelungsgeschichte der übrigen Thierklassen erst begonnen ist, ich auch von Rathke's Untersuchungen über das Krebsei nur die frühern Resultate und von den Ergebnissen seiner Beobachtungen am *Blennius viviparus* noch gar nichts kenne, meine eigenen Beobachtungen an wirbellosen Thieren, so wie an Fischen aber noch dürftig sind. Was ich von wirbellosen Thieren untersucht habe, ist hie und da in der Schrift angeführt. Von Fischen hatte ich vor mehre-

ren

ren Jahren bereits Gelegenheit, ein Paar kleine, durchsichtige Individuen in den Kiemen von Muscheln zu finden. Alle spätern Bemühungen haben mir nur einmal lebendigen Barschlaich verschafft, der in zweien Tagen abstarb, noch ehe es zur Entwickelung eines Gefäfssystems kam, so dafs meine Kenntnifs des Fischembryo viel mangelhafter ist, als die der andern Wirbelthiere, da ich Amphibien und Säugethiere wohl untersucht habe.

Dennoch habe ich nicht angestanden, jene Umrisse schon jetzt zu geben, weil einige Jahre in dem Leben eines einzelnen Beobachters wohl nur wenig in ihnen ändern werden, und weil Niemand sicher ist, ob die vorgefafste Meinung nicht auf sein Auge mehr einwirkt, als er glaubt und weifs. Deswegen hoffe ich Dank zu verdienen, wenn ich sie jetzt gebe, und zur Prüfung und Berichtigung auffordere; denn irrige, aber bestimmt ausgesprochene allgemeine Resultate, haben durch die Berichtigung, die sie veranlassen, und die schärfere Beachtung aller Verhältnisse, zu der sie nöthigen, der Wissenschaft fast immer mehr genützt, als vorsichtiges Zurückhalten in dieser Sphäre. Anders ist es mit der Beobachtung. Diese kann nie genau genug seyn.

Erfolgreicher ist es freilich für die Anerkenntnifs unserer Bemühungen, solcher allgemeinen Resultate sich so viel möglich zu enthalten. Man bekämpft diese Aussprüche, wenn sie zu allgemein scheinen und übersieht nur zu leicht alles Andere darüber. Das habe ich nicht übersehen können, da die Geschichte der Arbeiten über die Entwickelung der Thiere mich nur zu lebhaft daran erinnert. An Oken's Untersuchungen über die Entwickelung der Säugethiere hat sich der stumpfeste Witz geübt und hat nicht aufgehört den allgemeinen Resultaten, die er ausspricht, zu widersprechen. Darüber scheint man aber fast nicht anerkennen zu wollen, welchen Werth die unmittelbare Beobachtung in diesen Untersuchungen hat. Sie gehört offenbar zu den genauesten, die wir über Säugethiere besitzen, und die allgemeinen Sätze, obgleich ein grofser Theil von ihnen jetzt als irrig erschei-

nen mufs, haben doch die Erkenntnifs der Entwickelungsgeschichte dadurch unendlich gefördert, dafs sie die Naturforscher zu einem deutlichern Bewufstseyn brachten. So hoch ich auch Dutrochet's und Cuvier's Belehrungen über die Entwickelung der Säugethiere schätze, so scheint es mir doch unläugbar, dafs Oken's Untersuchungen der Wendepunkt für eine richtigere Erkenntnifs des Eies der Säugethiere geworden sind.

Die Erinnerung an das Schicksal der Oken'schen Bestrebungen flöfst mir nur Einen Wunsch ein, den ich nicht unterdrücken will. Mögen meine Nachfolger, die nothwendig meine Richter sind, mir die Bitte nicht abschlagen, meinen Bericht über die Entwickelungsgeschichte des Hühnchens stets von den angehängten Folgerungen zu unterscheiden, und die Erzählung über die Veränderung der letzten Tage nur als gelegentliche Ergänzung anzusehen. Es würde Beschränktheit verrathen, wenn ich glaubte, nicht auch in der frühern Zeit geirrt zu haben, aber das Zeugnifs, den Irrthum nach Kräften vermieden zu haben, hoffe ich zu verdienen. Dafs ich in den Anhängen dreister gewesen bin, habe ich so eben erklärt. Obgleich ich immer von dem Bestreben erfüllt war, nichts zu sagen, was ich nicht vertheidigen könne, so habe ich aus den angegebenen Gründen doch manches Verhältnifs sehr scharf und bis ins Einzelne bestimmt ausgesprochen. Das gilt besonders von einem Theile dessen, was ich über das Schema der Entwickelungsweise der Wirbelthiere sage. Ich glaubte dieses Schema, nach dem was ich in Vögeln, Amphibien und Säugethieren beobachtet habe, vollständig ausmalen zu müssen, damit es Richtschnur für künftige Untersuchungen und Vergleichungen werden könne. Diese mögen bestimmen, was weniger allgemein ist und wie sich das Schema im Einzelnen modificirt, dessen Gültigkeit im Allgemeinen ich nicht bezweifeln kann. Ich betrachte das Einzelne als hingestellte Fragesätze. Deshalb wird mich jede Belehrung und Beleuchtung herzlich freuen. Es ist nicht Sache Eines Menschen, die Gesetze der Entwickelungsgeschichte in allen Modificationen zu durchschauen, und es soll mir vollständiger Lohn seyn,

Gedanken aufgeregt zu haben. Das Meiste scheint mir freilich so schlagende Wahrheit zu haben, dafs ich nicht umhin kann, zu hoffen, es werde bald als solche anerkannt werden. Dahin rechne ich die Ansicht von der Metamorphosenreihe des Individuums.

Um diese beiden Abhandlungen auch für angehende Naturforscher und Aerzte verständlich zu machen, die mit dem Studium der Entwickelungsgeschichte sich noch nicht beschäftigt haben, suchte ich nach zweien früher von mir gehaltenen populären Vorträgen eine leicht fafsliche Darstellung zu entwerfen, die ich, da dieser *erste* Band schon ansehnlich geworden ist, für einen zweiten, in wenigen Wochen nachfolgenden, mit dem das Ganze schliefst, zurückgelegt habe. Sie wird vor allen Dingen auch als Ergänzung der ersten Abhandlung dieses Bandes zu betrachten seyn. Hier setze ich den Bau des befruchteten Eies als bekannt voraus. Dort soll ein Abrifs der Bildung des Eies bis zur Befruchtung gegeben werden und eine Beschreibung seiner Theile, damit man sich in der Darstellung der Entwickelungsgeschichte orientiren könne. Wenn ich dabei wenig Eigenes gebe, so ist hierüber Niemand anzuklagen als Purkinje, der mir so wenig Neues zu sagen und zu finden übrig gelassen hat. Dennoch hoffe ich, dafs diese Darstellung für Anfänger nicht überflüssig erscheinen wird. Ich weifs aus eigner Erfahrung, wie schwierig es ist, sich die erste Einsicht in die bisherigen Leistungen im Fache der Entwickelungsgeschichte zu erwerben, besonders wenn man mehrere Schriftsteller zugleich oder rasch nach einander studirt, wo die Verschiedenheit der Benennungen, auch wenn sie nicht grofs ist, doch sehr verwirrt. Daher wird auch das Wesentlichste in dem Fortgange der Entwickelung des Hühnchens mit zwei Pinselstrichen nochmals zusammengefafst werden, weil man, ohne mit dieser Vorkenntnifs ausgerüstet zu seyn, in der Darstellung des Einzelnen sich nur zu leicht verliert. Auch soll, da die Aerzte in der Regel mehr mit der Form des Eies des Menschen und der übrigen Säugethiere in späterer Zeit bekannt sind, zur Zurechtfindung derselben eine kurze Verglei-

chung des Eies der Vögel und der Säugethiere gegeben werden. Für Männer vom Fache werde ich noch eine oder die andre Abhandlung hinzufügen, vielleicht auch eine bereits ausgearbeitete, aber vorläufig noch zurückgelegte, in welcher ich versuche, dem Grunde der verschiedenen Organisations-Typen näher zu treten.

Doch schon zu viel, wenn auch nicht dem Freunde, doch wohl jedem Andern. Mögen Dir diese Blätter eine lebendige Erinnerung an glückliche Tage seyn! Was ich im Anfange erzählte, brauchte ich freilich Deinem Gedächtnisse nicht zurückzurufen, allein ich glaubte es unter Deiner Adresse öffentlich berichten zu müssen, weil ich im frohen Gefühle, eine Veranlassung zu den Würzburger Untersuchungen gegeben zu haben, in einer Druckschrift öffentlich gesagt habe, ich hätte eine *„ansam qualemcunque"* dazu geboten. Da könnte ein Glossenmacher glauben, ich hätte mehr Verdienste um dieselben, als ich habe, nämlich gar keine.

Ein Anderes habe ich aber noch Dir und dem Würzburger Triumvirate zu sagen. Indem ich die nachfolgende Erzählung über die Entwickelungsgeschichte des Hühnchens nochmals durchlese, finde ich, zu eigner Ueberraschung, dafs ich Deiner Darstellung mehrmals widersprochen habe, obgleich ich nichts weniger im Sinne hatte, als einen Commentar, sey er widerlegend oder bestätigend, über frühere Arbeiten zu schreiben. Habe ich etwa Eure Leistungen herabsetzen wollen? Dann müfste ich verkannt haben, wie viel ich Euren Untersuchungen für die eigenen verdanke. — Oder ist es meine Absicht gewesen, durch Widerspruch gegen meine Vorgänger mir einen Schimmer zu erborgen? Dann hätte ich von Malpighi bis auf die neueste Zeit wohl reichlichern Stoff finden können.

Nur der Wunsch hat mich immer beseelt, die Vorgänge der Entwickelung, wie sie mir erschienen sind, überzeugend darzustellen. Deswegen mufste ich, wo ich solchen Lehren, die vielfach in die Wissenschaft übergegangen sind und die mir nicht begründet schienen, bestimmt widersprechen,

um den Leser nicht in Zweifel zu lassen. Aus diesem Grunde habe ich, wenn meine Darstellung auch sonst gedrängt ist und keinesweges auf historische Erörterungen eingeht, doch bei der Entwickelungsgeschichte des Darmes den immer noch von manchen Seiten mifsverstandenen, zum Theil aber auch irrenden Wolff ausführlich berücksichtigen müssen. Aus demselben Grunde habe ich aber auch Dir zuweilen widersprochen, da Dein Werk mit Recht die höchste Achtung sich erworben hat und seine Unvollkommenheiten, wenn sie da sind, Gewicht erhalten haben. Untersuchungen zu widerlegen, die bald spurlos vorübergehen, ist überall vergeblich und lag ganz aufser der ursprünglichen Bestimmung dieser Abhandlung. Es ist aber das Erkennungszeichen einer tüchtigen Arbeit, dafs man oft auf sie zurückkommen mufs, entweder bestätigend oder widerlegend. Linné hat man fast ein Jahrhundert hindurch widerlegt, und noch sehr lange wird man bei irgend einer Untersuchung aus dem Felde der beschreibenden Naturforschung Linné nicht übergehen können. Das eben ist die Spur eines grofsen Mannes, die sich Jahrhunderte lang erhält.

So ist es also nur eine Frucht der Anerkenntnifs der Würzburger Arbeiten, die Du bekannt gemacht hast, wenn ich Deinen Namen öfter nenne, als andere. Dafs eine Nachlese auch für die erste Zeit der Entwickelung noch übrig geblieben sey, wirst Du nach eilfjähriger Frist, in der Du selbst weiter geforscht hast, am wenigsten bezweifeln. Und wer liefse auf diesem schwierigen Felde, wo jeder Halm einzeln und sorgsam gesammelt seyn will, nicht noch volle Aehren stehen, auch wenn er sein ganzes Leben der Ernte widmete, und wer nähme nicht einige taube Aehren für volle mit. Selbst Caspar Friedrich Wolff, der wohl das Vollendetste in anatomischer Untersuchung leistete, hat geirrt! Glücklich nur, wem es gelang, Eine reife Garbe zu binden, welche Frucht giebt für fernere Aussaat! Du hast durch nähere Erkenntnifs der Spaltung im Keime, welche Wolff dunkel geblieben war, ein Licht gegeben, das sich auf alle Formen der Entwickelung ausbrei-

tet. Zufrieden würde ich seyn, wenn man es als meinen Antheil betrachtet, nachgewiesen zu haben, dafs der Typus der Organisation die Entwickelungsweise bedingt. Noch Manchem wird ein Preis zu Theil werden. Die Palme aber wird der Glückliche erringen, dem es vorbehalten ist, die bildenden Kräfte des thierischen Körpers auf die allgemeinen Kräfte oder Lebensrichtungen des Weltganzen zurückzuführen. Der Baum, aus welchem seine Wiege gezimmert werden soll, hat noch nicht gekeimt!

Verbesserungen.

Der Verfasser dieser Schrift lebt leider an einem Orte, an welchem ein anständiger Druck nicht unter seinen Augen ausgeführt werden konnte, und zugleich so weit entfernt von allen gröſsern Druckereien, daſs es ihm unmöglich war, die Correctur selbst zu besorgen. Jedem andern Corrector muſste der Inhalt unverständlich seyn. So haben sich denn Schreib- und Druckfehler erhalten, die zum Theil wenigstens das Verständniſs um so leichter hindern können, je mehr schon an sich eine ausführliche Darstellung der Entwickelungsgeschichte schwer faſslich ist. Aus diesem Grunde werden die Leser vom Unterzeichneten angelegentlich ersucht, die nachstehenden Verbesserungen einzutragen.

S. V. Z. 12. lies: Frucht statt: Folge
— VIII. Z. 15. l.: nur st.: mir
— IX. — 10. l.: Leber mit der ausgebildeten Leber selbst st.: Leber selbst
— 9. Z. 6. l.: immer mehr st: immer
— 10. Z. 7. l.: von der zwölften Stunde an st.: in der zwölften Stunde
— — — 17. l.: immer st.: innere
— — — 35. l. kreisförmigen Gruben st.: kreisförmige Grube
— 11. — 4. l.: werdenden Fötus st.: Fötus verdünnt
— 12. — 34. l.: ausscheidenden st.: ausschneidenden
— 13. — 12. l.: physical st.: phisical
— 15. — 10. l.: Dünne, nur st.: Dünne nur
— — — 24. l.: Rückenplatten st.: Rückenplatte
— 16. — 14. l.: ihr st.: ihm
— 20. — 27. l.: die Namen st.: den Namen
— — — 30 l.: worden ist . . . hat st.: worden sind . . . . haben
— 26. — 14. l.: vordern st.: andern
— 28. — 3. l.: Abschnüren st.: Abscheuern
— 31. — 3. l.: nicht mehr st.: viel mehr
— 33. — 6. l.: Decke st.: Dicke
— 34. — 15. l.: die Seitenzipfel st.: den Seitenzipfel
— 37. — 30. l.: Bootes st.: Blattes
— 38. — 5. l.: und die st.: um die
— 41. — 18. l.: Scheide, umgeben st.: Scheide umgeben
S. 41. Z. 27. lies: einnimmt statt: vereint
— 43. — 37. l.: dreiseitig, eine Kante st.: dreiseitig eine Kante,
— 50. — 24. das Wort: „hervorgetreten" ist auszustreichen
— 53. Z. 5. l.: nicht so zu st.: so zu
— — — 9. l.: die Gefäſsbogen st.: den Gefäſsbogen
— 54. — 5. l.: freien st.: feinen
— 55. — 19. l.: Lagenverhältniſs st.: Lagerverhältniſs
— — — 21. l.: als das Hirn, st.: , daſs das Hirn
— 56. — 10. l.: den st.: dem
— — — 11. l.: wie st.: nie
— 57. — 3. l.: wendend st. zuwendend
— — — 8. l.: den ersten st.: dem ersten
— — — 23. l.: sich theilt; st.: sich theilt:
— 64. — 19. l.: Hülfe; da . . . . ist, st.: Hülfe, da . . . . ist;
— 67. — 18. l.: eben nichts st.: aber nichts
— 69. — 33. l.: der st.: der der
— 70. — 1. l.: des Speisekanals st.: der Speiseröhre
— 74. — 12. l.: Arterien st.: Aorten
— — — 24. l.: sie st.: diese
— 76. — 14. l.: wulstigen st.: wülstigen
— — — 27. l.: viele Schwierigkeit st.: viel Schwierigkeit
— 79. — 18. l.: auch oben st.: nach oben
— 80. — 33. l.: und besteht, der Speiseröhre st.: und der Speiseröhre

S. 87. Z. 30. lies: noch einmal statt: nur einmal
— 88. — 24. l. schon deshalb vermuthen st.: schon vermuthen
— 89. — 26. l.: Asymmetrie st.: Aesymmetrie
— 94. — 14. l.: bald nachdem st.: bald, nachdem
— — — 15. l.: schärfer st.: schiefer
— 97. — 36. l.: schickt st.: schickte
— 98. — 2. l.: fortsetzt st.: festsetzt
— — — 33. l.: venösen st.: nervösen
— 102. — 37. l.: den Falten st.: der Falte
— 107. — 28. l.: letzterem st.: letzterer
— — — 30. l.: Verwachsung st.: Verwechselung
— 108. — 33. l.: bildet st.: bilden
— 126. — 28. l.: Kropf st.: Kopf
— 128. — 31. l.: nach innen st.: noch immer
— — — 37. l.: nah an der st.: nach der
— 131. — 12. l.: umgiebt st.: umschnürt
— 133. — 9. l.: auf st.: aus
— 136. — 3. l.: Vorkammer st.: Kammer
— 137. — 20. l.: communicirende st.: concurrirende
— 145. — 37. l.: unterscheiden st.: erkennen
— 148. — 31. l.: seinen Leib st.: einen Leib
— 156. — — l.: polarische st.: plastische
— 165. — 23. l.: *b.* st.: *l.*
— 167. — 4. l.: Dottersack st.: Dotter
— 169. — 33. l.: doppelt st.: doppelte
— — — 35. l.: §. 3. *h.* st.: §. 3. *l.*
— 170. — 34. l.: nicht, dafs die st.: nicht die
— — — 18. l.: hier auf st.: hierauf
— 179. — 6. l.: weniger st.: wenigen

S. 182. Z. 29. lies: den statt: der
— 191. — 2. l.: Mittelhand ist st.: Mittelhand
— 195. — 9. l.: derselbe st.: der Unterkiefer
— 196. — 1. l.: in der Thierreihe st.: in das Thierreich
— 199. — 12. l.: da es sich mir st.: da es mir
— 201. — 17. l. daran st.: dann
— 202. — 3. l.: nur wenig st.: nun wenig
— 211. — 27. l.: dem folgenden st.: den folgenden
— 213. — 27. l.: organischen Strömung st.: Organisation
— 215. — 19. l.: mufs st.: mufste
— 219. — 9. u. 10. l.: des Haupttypus st.: der Haupttypen
— 223. — 8. l.: Er ist st.: Es ist
— 224. — 14. l.: Entwickelung: st.: Entwickelung,
— — — 29. l.: ihrem st.: seinem
— 229. — 3. l.: ist, andere st.: ist: Andere
— 238. — 1. l.: Diese st.: die
— — — 3. l.: fortgepflanzt st.: sich fortgepflanzt
— 239. — 13. l.: lebhaften st.: lebhaftern
— 243. — 27. l.: Umhüllung st.: Umbildung
— 246. — 4. l.: gesonderte st.: gerundete
— 253. — 10. l.: Dotter st.: Dotter,
— 259. — 16. l.: untere st.: innere
— 262. — 1. l.: Frefswerkzeuge st.: Fufswerkzeuge
— 266. — 13. l.: ersten Tages st.: zweiten Tages
— 269. — 27. l.: Gefäfshofes st.: Fruchthofes

Auch bitte ich um Verzeihung, dafs derselbe Satz auf Seite 225 und Seite 231 vorkommt. Ich habe vielleicht versäumt, ihn an der ersten Stelle wegzustreichen, wie meine Absicht war.

Baer.

I.

Entwickelungsgeschichte

des

H ü h n c h e n s

im

E i e.





Vorwort.

Nothwendiger Wärmegrad.

Nach Pander erfolgt die Entwickelung des Hühnchens im Eie unter einem Wärmegrade zwischen 28° und 32° R. Ich halte diese Angabe im Allgemeinen für richtig, wenn man nicht jene Grenzen für unübersteiglich ansieht, und ich weiſs aus Erfahrung, daſs es räthlich ist, bei der Brütmaschine sich zwischen diesen Extremen zu halten. Indessen irrt man, wenn man glaubt, daſs eine höhere Wärme sogleich tödtet, und eine niedere die Entwickelung hemmt. Vielmehr dürfte bei eifrig brütenden Hennen, wenn ihr Nest trocken liegt, die Wärme wohl häufig über 32° seyn. Hievon überzeugte mich vorzüglich das Gefühl der eignen Hand. An der Brütmaschine hatte ich mich so gewöhnt, die Temperatur von 31°, die, wenig die menschliche Temperatur übersteigend, ein angenehmes Gefühl von Wärme erregt, zu erkennen, daſs ich schon ohne Ansicht des Thermometers mit Sicherheit entscheiden konnte, ob das Lampenfeuer zu vermehren war, oder nicht. Ich habe aber mehrere Hennen gehabt, deren Nest meiner Hand nicht das Gefühl von angenehmer Wärme, sondern von einem gelinden Grade von Hitze gab, die 32° zu übersteigen schien. Unmittelbare Messungs-Versuche habe ich noch nicht anstellen können, weil mir kein hinlänglich kleines Thermometer zu Gebote stand. — In der Brütmaschine war die Temperatur zuweilen auf kürzere Zeit bis zu 35° gestiegen, ohne daſs die Eier abgestanden wären, ausgenommen wenn sie das Metall unmittelbar berührten. Im letztern Falle zeigte der zunächst gelegene Theil des Dotters eine Zersetzung, und jüngere Embryonen, sie mochten mehr oder weniger von der angegriffenen Stelle des Dotters entfernt liegen, waren immer todt. Bei einer Wärme, die einige Grade geringer als 28° ist, stirbt der Embryo noch weniger ab, sondern er entwickelt sich nur langsamer; dann folgt ein noch tieferer Grad der Temperatur, welcher ohne Weiterbildung das Leben doch erhält. An einem Eie, welches ich im Juli öffnete, nachdem es 30 Stunden lang in der Stube gelegen hatte,

bemerkte ich, daſs das Herz ohne Anwendung künstlicher Wärme eine Pulsation machte. Ich wartete nun auf einen zweiten Herzschlag, und dieser erfolgte wirklich nach einer sehr langen Pause. Hierdurch aufmerksam gemacht, stellte ich Versuche an, und fand, daſs in allen Eiern, die ich im Juli (bei ansehnlicher Hitze im Freien) in einer nach Norden liegenden Stube, in welcher überdieſs zur Abkühlung die Fenster während der Nacht immer offen standen, der Embryo nach Verlauf von vier und zwanzig Stunden *nie* abgestorben war, sondern der Herzschlag in sehr langen Zwischenräumen, zuweilen von weniger als einer Minute, in andern Fällen von 5 und mehr Minuten fortbestand. Meine Versuche stellte ich mit Embryonen an, die nicht über fünf Tage alt waren; es ist aber nicht zu zweifeln, daſs die ältern und selbstständigern Embryonen mit noch mehr Kraft ihr Leben erhalten. In der zweiten Hälfte des Augustes überlebten die jüngern Embryonen eine Abkühlung von 24 Stunden nicht. An den längere Zeit hindurch ohne Absterben in der Abkühlung erhaltenen Embryonen bemerkte ich keine andere Veränderung, als daſs mir die Gefäſse weniger voll, und das Blut weniger geröthet schien.

Einfluſs der Lage des Eies.

Auſser der Wärme hat auch die Lage des Eies auf die Entwickelung Einfluſs, denn Eier, die in der Brütmaschine eine senkrechte Stellung haben, pflegen bald abzusterben.

Ungleichmäſsigkeit der Entwikkelung.

Mit dem Einflusse des verschiedenen Wärmegrades auf die Lebens-Aeuſserung im Fötus steht die Verschiedenheit der Zeit für die einzelnen Stufen der Entwickelung im innigsten Zusammenhange. Ueber die Ungleichheit in der Zeit, in der die Eier sich entwickeln, haben schon alle Beobachter geklagt, welche diese Entwickelungs-Geschichte nach der Zeitfolge darzustellen unternahmen. Eine neue Erörterung könnte also überflüssig scheinen. Indessen finde ich sie nothwendig, um die Grundsätze vorzulegen, nach welchen ich die einzelnen Perioden der Entwickelung festgestellt habe. Wenn man nicht solche Grundsätze festhält, so kann man eine ganz monströse Entwickelungs-Geschichte liefern, deren einzelne Bestimmungen durchaus nicht zusammen passen. Selbst der genaue Wolff hat manche Angaben, die gar nicht mit einander zu vereinen sind. Am Ende des zweiten Tages soll nach ihm das Herz vom wahren Amnion oder der serösen Schicht des Keimblattes noch nicht bedeckt seyn (eine sehr langsame Entwickelung!); nach dem Ende des dritten Tages soll sich der Fötus so krümmen, daſs der Kopf den Schwanz berührt (eine Form, die er selten vor dem fünften Tage hat!), und erst nach dem Ende des fünften Tages soll der Harnsack *(Allantonis, Chorion)* hervortreten (wieder eine so langsame Entwickelung, daſs durchaus ein Aufenthalt hier Statt gefunden haben muſs!). Alle drei Beobachtungen

können an sich richtig seyn, allein sie sind auf keine Weise mit einander zu vereinigen.

Die Ungleichheiten in der Periodicität der Entwickelung sind von doppelter Art: 1) Ungleichheit im Nebeneinanderseyn der Erscheinungen, 2) Ungleichheiten im Fortgange der gesammten Entwickelung.

Ungleichheit im Nebeneinanderseyn der Erscheinungen.

Die Ungleichheiten der ersten Art sind nicht sehr bedeutend. Im Allgemeinen findet man, dafs Theile um so mehr in gleichem Maafse fortschreiten, je enger ihre physiologische Beziehung, namentlich in der Entwickelung selbst ist. Gekrös- und Darmbildung bedingen sich gegenseitig so unmittelbar, dafs sie einander nicht voraneilen können. Dagegen steht die Ausbildung des Hirns und des Darmes weniger in Uebereinstimmung. Am unbestimmtesten schien mir das Verhältnifs der allgemeinen Krümmung des Körpers zur übrigen Ausbildung. Zuweilen bildet am Ende des dritten Tages der Hals einen rechten Winkel mit dem Rumpfe, und in andern Fällen ist um dieselbe Zeit der Rücken vom Hinterhaupte an fast gerade. Augenscheinlich ist aber das Verschwinden von Theilen, deren Wirksamkeit aufgehört hat, den meisten Abweichungen unterworfen. Die Grenzvene habe ich zuweilen am Ende des fünften Tages nicht mehr und in andern Fällen am zehnten Tage noch ganz deutlich erkannt.

Ungleichheit in der Dauer der Entwickelung.

Viel schwankender als das Verhältnifs des Nebeneinanderseyns ist das Fortschreiten der Ausbildung nach der Dauer der Bebrütung, und eine wahre Plage für den Beobachter, der, wenn er einen bestimmten Moment beobachten will, fast gar nicht zum Ziele kommt, wenn er nicht alle Verhältnisse beachtet und beherrscht. Ich habe schon gesehen, dafs Eier, die bereits im siebenten Tage der Bebrütung waren, Embryonen enthielten, wie sie im Anfange des dritten Tages hätten seyn sollen. Bei den Eiern in der Brütmaschine hört ohnehin fast alle Berechnung auf, wenn man nicht eine stete Wache, die für gleichmäfsige Temperatur sorgt, unterhält. Den Grund dieser Abweichungen in jedem einzelnen Falle anzugeben ist nicht leicht, da mehrere Verhältnisse zugleich wirken. Aus eigener Erfahrung glaube ich hierüber Folgendes sagen zu können.

Einflufs der Jahreszeit.

Zuvörderst entwickeln sich, wie es mir schien, im Allgemeinen die Eier schneller im Frühlinge und Anfange des Sommers, als im Herbste. Allein die Mitte des Sommers stand auch nicht zurück, so dafs ich noch nicht ganz sicher bin, ob die Jahreszeit einen eigenthümlichen Einflufs hat, oder dieser vielleicht auf dem Einflusse der Wärme beruht. Indessen schien mir doch die rasche Entwickelung im Anfange des Maies ersteren zu beweisen. Auf jeden Fall erzeugt aber die Jahreszeit nur geringe Abweichungen. Viel ansehnlicher ist der oben berührte Einflufs der Wärme, und so allgemein anerkannt, dafs er nicht näher

Einflufs der Wärme.

zu beweisen ist. Ich habe stets gefunden, dafs diejenigen Eier, welche unter der Brust der Henne liegen, sich rascher entwickeln, als diejenigen, die am Rande des Nestes unter dem Flügel sind.

Einflufs vom Alter des Eies.

Am auffallendsten aber ist, wenigstens für die ersten Tage der Bebrütung, die Verschiedenheit der Entwickelung, je nachdem die Eier kurze oder lange Zeit vorher gelegt waren. Wenn ich am Ende des Juli vom Markte Eier kaufte, so brachte ich im Durchschnitt kaum die Hälfte derselben zur Entwickelung, im August weniger als die Hälfte, und im September unter dreifsig Eiern zwei. Da die meisten Eier, die man in diesen Zeiten vom Markte kauft, lange gelegen haben, und ich zu denselben Zeiten andere Eier, die bei mir kurz vorher gelegt waren, fast alle zur Entwickelung brachte, so konnte ich nicht nur die alte Bemerkung bestätigen, dafs Eier, wenn sie längere Zeit gelegen haben, und für unsere Geruchsorgane noch völlig frisch erscheinen, doch zur Entwickelung nicht tauglich sind, sondern ich glaubte auch zu erkennen, dafs, abgesehen von den gar nicht befruchteten Eiern, im Dotter eine Metamorphose vorgegangen war. Bekanntlich ist auch in nicht bebrüteten Eiern eine langsame Verdunstung. Aufserdem schien mir aber in der Umgebung des Keimblattes eine ansehnlichere Lage von weifslichen Dotterkügelchen sich angesammelt zu haben, als man in frischen Eiern findet. Da diese weifsen Kügelchen mit denen übereinstimmen, welche während der Bebrütung sich in den Halonen sammeln, so glaube ich, dafs dieselbe Metamorphose, welche der Dotter während der Bebrütung unter dem Einflusse des Keimblattes erfährt, auch ohne Bebrütung jedoch überaus langsam, in ihm eintritt. Eine Folge davon ist, dafs nun, wenn das Ei der Bebrütung unterworfen wird, ein Mifsverhältnifs zwischen Keimblatt und Dotter sich findet, welches entweder die Entwickelung ganz hindert, oder, wenn es noch nicht so weit vorgeschritten ist, sie verzögert, indem das Mifsverhältnifs nur langsam überwunden wird. Alte Eier können gegen frische bei demselben Wärmegrade um einen bis zwei Tage zurückbleiben, wie ich im Bereiche der ersten fünf Tage gefunden habe. Ueber die spätere Zeit habe ich weniger bestimmte Erfahrung.

Nach welchen Grundsätzen die Zeit der Entwickelung bestimmt ist.

Um nun doch die Zeiten für die einzelnen Entwickelungsstufen bestimmen zu können, suchte ich eine Normal-Entwickelung festzustellen. Ich wählte Eier, welche wenige Tage vorher gelegt waren, und schob sie unter die Brust der brütenden Henne. Ich bestimmte nun die Entwickelungsstufe für das Ende des ersten, zweiten u. s. w. bis zum Ende des fünften Tages, und suchte die Zwischenzeiten theils annäherungsweise durch Schätzung, theils durch unmittelbare Beobachtung zu finden. Ich glaubte das Ei unter günstige Umstände bringen zu müssen, um darnach die Zeit zu bestimmen, weil offenbar viele Momente die Ent-

wickelung verzögern können, es aber nicht gut denkbar ist, dafs, besonders unter dem Huhne, nicht in der Maschine, die Entwickelung viel über das Normale getrieben werden kann. In der That kam es mir auch nicht darauf an, alles recht frühzeitig zu finden, und ich habe nicht den höchsten Grad der Entwickelung, die zuweilen um einige Stunden vorgeschritten schien, sondern den unter den angeführten günstigen Umständen gewöhnlichsten, als den normalen angenommen. Dazu kommt noch, dafs ich nicht eine hinlängliche Zahl von Eiern erhalten konnte, die so eben gelegt waren, um mit ihnen Versuche anzustellen. Auf die Erwärmung eines Eies müssen wenigstens ein Paar Stunden hingehen, und man würde besonders für die ersten Momente der Entwickelung eine Priorität von einigen Stunden erhalten, wenn man Eier beobachtete, die sich noch nicht abgekühlt haben. Schon aus diesem Grunde sieht man, dafs ich eher zu lange als zu kurze Zeitmaafse angegeben habe.

Man könnte noch den Einwurf machen, ob die Entwickelung, wie ich sie für die ersten fünf Tage festgesetzt habe, zu der Durchschnittszeit der ganzen Entwickelung von 21 Tagen pafst, oder ob nicht die Eier, wenn sie immer unter der Brust der Henne liegen, früher zur Reife kommen würden? Es ist möglich — ja wahrscheinlich. Allein ein Versuch läfst sich darüber kaum anstellen, da die Hennen nur in der ersten Zeit die Eier ruhig liegen lassen, nachher aber, wahrscheinlich weil sie die Ungleichheit in der Ausbildung bemerken, die innern nach aufsen schieben, so dafs dann ein Ei, das bis zur Beweglichkeit des Fötus unter der Brust gelegen hat, nachher an den Rand des Nestes kommt, wo es sich etwas langsamer entwickeln und in der Regel von der gewöhnlichen Zeit nicht sehr abweichen wird. Ueberhaupt ist die Bestimmung der Zeit bei dieser Wandelbarkeit etwas Unwesentliches, leider nur etwas Unvermeidliches für die Darstellung, um von dem Zusammenseyn der Erscheinungen eine Ansicht zu geben. Genauigkeit ist nur für das relative, nicht für das absolute Zeitmaafs wichtig. So habe ich nicht angestanden, die Ausbildung des ersten Kreislaufs der Einfachheit wegen an das Ende des zweiten Tages zu setzen, obgleich nach meinen vergleichenden Beobachtungen sie eigentlich um ein Paar Stunden früher fällt.

Eintheilung der Entwikkelung.

Die ganze Entwickelung des Hühnchens im Eie habe ich zur bessern Uebersicht in drei Perioden getheilt, nach der Verschiedenheit des vorherrschenden Kreislaufs. Die erste Periode reicht bis zur völligen Ausbildung des ersten Kreislaufs und währt ungefähr zwei Tage. Die zweite Periode umfafst die Zeit des Kreislaufs durch die Dottersackgefäfse. Sie währt drei Tage, wenn man sie bis dahin rechnet, wo die Harnsackgefäfse genug ausgebildet sind, um wesentlichen Antheil am Kreislaufe zu nehmen. Die dritte Periode, durch den Kreislauf ver-

mittelst dieser Gefäſse bezeichnet, reicht bis zur Geburt oder bis zum Vortreten des Lungenkreislaufs, welcher endlich die vierte Periode, das Leben auſser dem Eie, umfassen würde.

Verlust am Gewichte.

Ein Phänomen, das während der ganzen Brütezeit sich zeigt, ist die Verminderung des Gewichtes vom Eie. Nach Pfeil *(De evolutione pulli in ovo incubato.* Dissertat. inaug. Berol. 1823. in append.*)* verlieren die Eier im Durchschnitte während der ganzen Zeit der Bebrütung 117 Gran an Gewicht, und zwar ist der Verlust in den letzten Tagen etwas geringer, weil auch der Vorrath von flüssigen Stoffen geringer ist. Ein Gewichtsverlust zeigt sich auch in Eiern, die nicht bebrütet sind, jedoch in weit geringerem Grade, so daſs diese während ein und zwanzig Tagen ungefähr 29 Gran verlieren.

Der Gewichtsverlust beruht ohne Zweifel auf einer Verdünstung eines Theiles vom Inhalte des Eies.

Er-

Erste Periode.

§. 1.

Erster Tag.

a. Sonderung des Keimes vom Dotter.

Die erste Wirkung der Bebrütung besteht in fortgehender Sonderung zwischen Keim, Dotter und Dotterhaut, wobei ersterer an Umfang zunimmt. Schon in den ersten Stunden sondert sich nämlich der Keim von dem Dotter besser ab, als früher, hängt aber immer an der Dotterhaut, so dafs er beim Abziehen derselben ihr folgt. Allein im Umfange des Keimes hängt die oberflächliche Schicht des Dotters in den ersten Stunden doch noch so an der Dotterhaut, dafs sie mit ihr abgezogen wird, nach der Mitte des ersten Tages nicht mehr. Auch der Hügel der Keimschicht (Pander's Kern des Hahnentrittes) folgt der Dotterhaut, schält sich jedoch auch nicht glatt vom Dotter ab, sondern nimmt etwas Dottersubstanz mit. Dagegen ist schon sehr früh die Mitte dieses Hügels etwas von der Mitte des Keimes getrennt durch eine sehr geringe Quantität Flüssigkeit. Der Keim wird dabei dünner und mehr in sich zusammenhaltend, d. h. also mehr blattförmig.

b. Sonderung innerhalb des Keimes 1) in der Dicke,

Bei zunehmender Consistenz des Keimes entwickeln sich in ihm 2 Lagen, eine oberflächliche dünnere aber festere Oberhaut-ähnliche, und eine untere, dickere, mehr körnige, weniger in sich zusammenhängende. Die Sonderung selbst läfst sich natürlich in ihrem Beginnen nicht erkennen, sondern erst, wenn sie ein Resultat geliefert hat. Ihr Anfang fällt wahrscheinlich in den Anfang der Bebrütung. Sie läfst sich schon vor der zwölften Stunde nachweisen, wenn man den Keim vorsichtig mit Nadeln unter dem Microscope zerreifst. Vollständig ist die Sonderung aber erst später, und zwar kurz vor dem Auftreten des Embryo etwas deutlicher, als bald nachher. Wir nennen die obere Lage mit Pander das *seröse Blatt* *), die untere das *Schleimblatt.*

*) Diese Benennung ist wenig passend und mufs einst mit einer neuen vertauscht werden, da diese Schicht, jetzt zwar wie ein blofser Ueberzug erscheinend, doch die Grundlage des ganzen animalischen Theiles ist. Darnach könnte man sie etwa das animalische Blatt nennen. Ich habe die Pander'sche Benennung der Blätter beibehalten.

2) in der Fläche.

Ungefähr gleichzeitig mit dieser Sonderung in der Dicke des Keimblattes erfolgt eine andere vom Mittelpunkte nach der Peripherie, indem die Mitte des Keimblattes heller, der Umfang aber dunkler wird, weil in der Mitte das seröse Blatt, im Umfange das Schleimblatt vorherrscht. Der helle Raum in der Mitte — *der durchsichtige Fruchthof* (Area pellucida) ist anfänglich klein und ziemlich rund, wird aber bald länglich und an einem Ende breiter. Aus dieser eirunden Form geht er gewöhnlich in eine deutlich birnförmige über, die er in der zwölften Stunde nur bis zur Bildung der Kopfkappe des Embryo zu haben pflegt, indem das breitere Ende immer mehr an Breite zunimmt. Der dunkle Theil des Keimes umgiebt den hellen, wie ein breiter Ring.

c. Erhebung des Keimes.

Um diese Zeit hat der Keim einen Durchmesser von 3 bis 4 Linien, ist mit Ausnahme seines Randes stark nach oben gewölbt, wodurch auch die Dotterhaut hier hervorsteht, wie die Hornhaut des Auges. Ueber ihm wird also das Eiweifs verdrängt. Das Schwinden des Eiweifses über ihm ist aber zu grofs, als dafs es allein von der Wölbung des Keimes und des darüber liegenden Theiles der Dotterhaut abhängen sollte. Es scheint vielmehr die ganze Dotterkugel sich innerhalb des Eiweifses immer mehr zu erheben, wodurch der innere nach oben liegende Keim der Schaalenhaut näher kommt. Diese Veränderung ist natürlich in den folgenden Tagen merklicher als im ersten.

Der Keim ist unterdessen vollständig von den unter ihm liegenden Theilen geschieden; denn beim Abziehn der Dotterhaut mit dem Keime bleibt der Hügel der Keimschicht zurück, der nach oben eine Vertiefung zeigt, umgeben von einem weifsen kreisförmigen Rande. Dieser weifse Rand der obern Fläche ist durch eine kreisförmige Furche, welche eine helle Flüssigkeit enthält, von einem andern weifsen Kreise getrennt, den der Dotter bildet, und der wieder durch eine Furche sich von der zunächst nach aufsen liegenden Dottermasse scheidet. Indem diese kreisförmigen Wälle und die zwischen ihnen befindlichen mit Flüssigkeit gefüllten Furchen durch den Keim durchschimmern, entsteht das, was man *Halonen* nennt. Aehnliche Sonderungen in helle und dunkle Ringe sind auch in dem Keime, und zwar schon in unbebrüteten Eiern. Wenigstens ist der Rand desselben dunkler als die Mitte, noch ehe der eigentliche fast körnerlose und durchsichtige Fruchthof sich gebildet hat. Die Halonen im Dotter beginnen bald nach der achten Stunde, sind Anfangs kreisförmig, dann ein klein wenig länglich und wachsen mit dem Keime. Ihre Zahl ist ursprünglich 2 — 3. Am zweiten Tage aber werden die Wälle, welche die kreisförmige Grube trennen, durchbrochen, und die Gruben laufen wellenförmig zusammen, wobei es unmöglich wird, die Zahl der Halonen zu bestimmen. Sie liegen in dieser spätern Zeit nur unter dem

d. Halonen.

Umfange der Keimhaut, deren Mitte ganz über einer Flüssigkeit schwebt. Es sammelt sich nämlich unter dem Keime immer mehr Flüssigkeit, weswegen der Hügel der Keimschicht schon bedeutend von ihm absteht, und daher auch nicht immer an derselben Stelle im Verhältnifs zu dem Fötus verdünnt liegt. Diese Flüssigkeit mag theils aus der Masse des benachbarten Dotters ausgeschieden seyn, theils aber aus der Centralhöhle des Dotters sich erhoben haben. Da der Gang, der aus der Centralhöhle nach dem Keime führt, durch den Hügel der Keimschicht oben gleichsam verstopft ist, so mufs die Flüssigkeit sich in Kreisen um jenen Hügel sammeln, wodurch sich die oben bemerkte Furche zwischen dem Hügel und der übrigen Fläche des Dotters leicht erklärt. (Vergleiche Fig. I.) Dafs aber auch der Dotter unter dem Embryo selbst umgewandelt wird, lehrt die weifsliche Farbe, welche der nicht flüssige Theil annimmt.

e. Neue Sonderung in der Keimhaut

in der Fläche,

Um die Metamorphosen zusammen zu fassen, welche von der Keimhaut als solcher abhängen, erwähnen wir hier noch einer, welche allerdings erst deutlich beobachtet wird, wenn schon die erste Grundlage des Embryo erschienen ist. Zwischen der 16ten und 20sten Stunde bemerkt man in dem äufsern dunkeln Theile der Keimhaut eine durch gröfsere Dunkelheit auffallende Kreislinie, welche wie ein aufgeworfener Saum nach unten vorragt. Genauer angesehen zeigt sie sich nicht ganz kreisförmig, sondern aus 2 Bogenlinien bestehend, welche zu beiden Seiten am meisten ausgebildet sind, nach vorn und hinten (im Verhältnifs zum werdenden Embryo und zu dem in der Mitte liegenden Fruchthofe) aber unscheinbarer werden, und vorn gleich Anfangs auffallend, zuweilen auch hinten, aber stets weniger deutlich gegen einander eingebogen sind. Durch diese beiden Bogenlinien wird der den Fruchthof umgebende dunkle Theil der Keimhaut wieder in 2 Ringe getheilt, einen äufsern und einen innern. Nur in dem innern Ringe bilden sich die am 2ten Tage entstehenden Gefäfse, weshalb man ihn mit Recht den *Gefäfshof* (Area vasculosa) genannt hat. Schon vor dieser Scheidung in der Fläche, aber weniger in die Augen fallend, entsteht eine übereinstimmende in der Dicke der Keimhaut. Zwischen dem serösen und dem Schleimblatte bildet sich nämlich eine Schicht von Kügelchen, welche Pander das *Gefäfsblatt* nennt, da aus diesen Kügelchen sich später die Gefäfse bilden. Es fehlt diese Schicht in dem äufsern Ringe. Sie findet sich dagegen im Gefäfshofe und im durchsichtigen Fruchthofe. Vorherrschend ist sie als wahre Gefäfsschicht im Gefäfsraume, so dafs derselbe Wechsel, welchen wir in der Keimhaut der Tiefe nach, d. h. in seiner Dicke finden: seröses Blatt, Gefäfsblatt, Schleimblatt, sich auch in der Ebene vom Centrum zur Peripherie zeigt, im (durchsichtigen) Fruchthofe, dem Gefäfshofe und dem äufsern Ringe, den man, um ihm einen Namen zu ge-

in der Dicke.

ben, den *Dotterhof* nennen könnte. Im Fruchthofe nämlich ist das seröse Blatt, im Gefäfshofe das Gefäfsblatt und im Dotterhofe das Schleimblatt vorherrschend.

f. Erste Anlage des Embryo.

Bis über die Mitte des ersten Tages hat noch kein Theil des Embryo sich zu bilden angefangen. Um die vierzehnte oder funfzehnte Stunde tritt das erste Rudiment desselben auf. Dieses besteht keinesweges in den beiden Primitivfalten Pander's, sondern in einem mittlern Streifen, der etwa $1\frac{1}{2}$ Linie lang ist, und den ich *Primitivstreifen* nenne. Er ist der Vorläufer der Wirbelsäule und liegt in der Längenachse des durchsichtigen Fruchthofes. Die Längenachse des Fruchthofes entspricht aber nicht der Längenachse des Eies, sondern der Querachse desselben, und zwar liegt der Kopf des zukünftigen Embryo, der in dem ersten dunklen Streifen schon durch ein etwas dickeres Ende angedeutet wird, nach links, das Schwanzende nach rechts, wenn man das Ei in seiner Längenachse so vor sich stellt, dafs das stumpfe Ende dem Beobachter zu- und das spitze Ende abgekehrt ist, der Keim aber nach oben liegt. Hiernach ist die linke Seite des Embryo nach dem stumpfen Ende des Eies gerichtet, die rechte nach dem spitzen Ende. Indessen ist diese Lage nicht immer so bestimmt, dafs die Längenachse des Embryo mit der Längenachse des Eies genau einen rechten Winkel bildete, der Winkel weicht vielmehr so ab, dafs die erstere bald auf der einen, bald auf der andern Seite sich mehr der letztern nähert, so dafs, freilich in sehr seltenen Fällen, beide Achsen fast zusammenfallen können, wobei denn der Kopf des Embryo bald dem stumpfen, bald dem spitzen Ende des Eies zugekehrt ist. Nur einmal fand ich den Embryo umgekehrt liegen, so dafs sein Kopf in *der* Hälfte des Eies lag, in der das Schwanzende hätte liegen sollen. Dieses Ei war nach dem spitzen Ende zu in seiner Schaale gebrochen. Es steht nämlich die Entwikkelung der Eier nicht gleich still, wenn die Schaale Brüche bekommt, obgleich sie auch nie bedeutend vorzuschreiten scheint, so weit meine Erfahrungen reichen.

g. Lage des Embryo.

h. Grund dieser Lage.

Diese Beobachtung scheint einen Wink über den nächsten Grund von der Stellung des Embryo zu geben. Da nämlich die Luft immer am stumpfen Ende des Eies eintritt, das nicht verbrauchte Eiweifs dagegen nach dem spitzen Ende desselben allmählig getrieben wird, so scheinen sich stumpfes und spitzes Ende zu einander zu verhalten, wie aufnehmender und ausscheidender Pol, und berücksichtigen wir die Lage des Eies während seiner Bildung, so erkennen wir, dafs es im Eileiter so liegt, dafs das stumpfe Ende dem aufnehmenden und das spitze Ende dem ausschneidenden Pole nicht nur des Organes, sondern des ganzen mütterlichen Körpers zugekehrt ist. Auf jeden Fall müssen die heterogenen Substanzen, die in der Längenachse des Eies hinter einander liegen, erregt durch Wärme, einen dynamischen Prozefs hervorbringen, der längs der Achse des Eies vor

sich geht, und der vielleicht nach genauen physikalischen Versuchen näher zu bestimmen seyn wird. Dagegen glaube ich auf die verschiedene Wärme-Empfindung, die man hat, wenn man das stumpfe oder das spitze Ende des Eies mit der Zunge berührt, wenig Gewicht legen zu dürfen, denn da das Eiweifs ein gröfseres Leitungsvermögen für die Wärme hat, als die Luft, so folgt daraus, dafs die wärmere Zunge am spitzen Ende schneller abgekühlt wird, als am stumpfen. Ein Ei, das auf 29° — 30° R. erwärmt ist, scheint der Zungenspitze an beiden Enden gleich warm zu seyn. Ein ziemlich empfindliches Thermometer an beide Enden eines nicht erwärmten Eies angesetzt, oder in dieselben eingesenkt, liefs mich keinen Unterschied finden. Indessen will ich auf diese Beobachtung gar kein Gewicht legen, da ich nicht alle störenden Einflüsse vermeiden konnte. Aber auch die Versuche von Murray (Edinb. phisical journal 1826), nach denen das stumpfe Ende wärmer seyn soll, erregen nicht volles Vertrauen. Vielmehr scheint diese Frage noch einer neuen, sehr sorgfältig anzustellenden Untersuchung zu bedürfen.

Der Prozefs, der längs der Achse des Eies wirksam ist, hat die Folge, dafs in dem über dieser Achse liegenden Keime der neu anschiefsende Stoff nach links sich in rundern, d. h. für die Fläche in breitern, für die Masse in dickern Formen sammelt, als nach rechts, wo die Formen mehr spitz auslaufen. So war es schon in der birnförmigen Gestalt des Fruchthofes, so ist es in dem Primitivstreifen des Embryo und allen übrigen Theilen desselben im Allgemeinen. Dieses Verhältnifs dürfte daher mit dem Electromagnetismus in Beziehung zu bringen seyn.

i. Primitivstreifen.

Was nun den früher erwähnten Primitivstreifen anlangt, so besteht er nur kurze Zeit, weshalb Pander ihn in der Darstellung der Entwickelungsgeschichte ganz ausgelassen hat. Gesehen hat er ihn jedoch ohne Zweifel, denn die Abbildungen in Tab. I. Fig. 4. 5. Tab. II. Fig. 2. in *Pander's Beiträge* u. s. w. kann ich nur auf diesen Streifen beziehen. Er ist auch sehr verschieden in seinem Aussehen. In der Regel besteht er aus einer Ansammlung von ziemlich lose zusammenhängenden Kügelchen. Der Fruchthof ist nämlich um diese Zeit noch nicht so hell, als später, und enthält noch ziemlich viele Kügelchen, die sich aber im Primitivstreifen noch besonders ansammeln, der daher wegen gröfserer Dunkelheit von geübten Augen schon ohne Vergröfserung erkannt wird. Er ist mehr oder weniger erhaben, und wenn ich nicht sehr irre, steht seine Erhebung mit der Dunkelheit im Gegensatze. Einige Mal sah ich ihn als einen erhabenen, nach unten hohlen, dann aber fast durchsichtigen Wulst, der sich wohl $\frac{1}{3}$ Linie aus der Ebene erhob, wie nicht nur der Schatten, sondern besonders auch das Herabgleiten an seinen Seiten mit einer feinen Sonde oder Borste lehrte. Kaum ist es

glaublich, dafs diese Variationen auf einander folgen müssen als Stufen der fortschreitenden Entwickelung, vielmehr ist wohl die hohe Auftreibung des Primitivstreifens nur Abweichung von dem normalen Verlaufe; denn man sieht nicht recht ein, wie sich diese beiden Formen des Primitivstreifens aus einander entwickeln sollen. So viel ist aber gewifs, dafs vor dem Auftreten der Pander'schen Primitivfalten der Stamm der Wirbelsäule immer zuerst durch einen mittlern unpaarigen Streifen markirt wird.

k. Rücken-platten.

Aus diesem Streifen erheben sich bald zu beiden Seiten die Erhabenheiten, welche Pander Primitivfalten nennt, die aber einen andern Namen erhalten müssen, indem sie weder das Erste des Embryo, noch wahre Falten sind. Sie sind zuerst unregelmäfsige, rundliche, ziemlich dunkle Wülste. Der Raum zwischen ihnen ist heller. Es scheint also, dafs die Körner aus dem Primitivstreifen nach den Seiten weichen. Sie treten zwischen der 16ten und 18ten Stunde auf, und erreichen einander beim ersten Auftreten weder am vordern noch am hintern Ende. Ueberhaupt bilden sich die beiden Enden zuletzt, aber doch bald aus. Mit dem obern Rande stehen sie etwas weiter von einander, als mit der Grundfläche, indem der obere noch zugerundete Rand über der Mitte der Grundfläche liegt. (Fig. 2.) Aus diesen beiden Wülsten wird der Rücken (denn nicht an, sondern in ihnen bilden sich, wie wir zeigen werden, die Rudimente der Wirbelbogen), weshalb sie *Rückenplatten* heifsen mögen.

Die Metamorphose der Rückenplatten ist verschieden, je nachdem der Primitivstreifen mehr körnig und weniger gewölbt, oder mehr ein hohler Wulst ist. Im erstern Falle nämlich erhebt sich unter fortgehender seitlicher Ausbreitung der Basis die obere Kante dieser Platte in einen scharfen Kamm, dessen Schneide zuerst gerade in die Höhe gerichtet ist, nach der innern Seite ganz senkrecht abschüssig gegen die Furche *) (Spatium carinatum Malpighi's und Pander's), nach aufsen aber allmählig herablaufend. Später sind die Schneiden gegen einander gekehrt, und ragen also über die sie trennende Furche vor (Fig. 3.) und erreichen einander endlich, wodurch die Furche in einen geschlossenen Kanal verwandelt wird. Sie verwachsen darauf mit einander. — Je mehr aber der Primitivstreifen gewölbt ist, um desto mehr sind die Schneiden oder Kämme der Rükkenplatten nach aufsen gekehrt. Ihre Vereinigung mufs daher später und langsamer erfolgen. Ja, in einem Falle, wo die Erhebung des Primitivstreifens wohl $\frac{1}{2}$ Linie betrug, waren die Kanten der Rückenplatten so nach aufsen gekehrt, dafs diese fast horizontal lagen, wie man durch untergebrachte Sonden leicht fand;

*) *Rückenfurche* oder *Rückenspalte.*

dennoch war schon der erste Anfang von 3 Wirbeln in jeder Platte zu erkennen, so dafs ich nicht glauben kann, dafs sie sich jemals vereinigt hätten, sondern vermuthe, dafs hier sich eine Rückgratsspalte gebildet haben müfste, so selten auch diese Krankheit in Vögeln vorzukommen scheint.

Mit den Rückenplatten bildet sich aber noch ein anderer Theil, den ich die *Rückensaite* (Chorda dorsalis) nenne. Dies ist ein Streifen, der gerade in der Achse der zukünftigen Wirbelsäule und also des ganzen Fötus verläuft. Er besteht ursprünglich aus einer einfachen Reihe dunkler Kügelchen, die nach dem vordern Ende mehr zusammengedrängt, am hintern Ende mehr vereinzelt sind. Man erkennt ihn in seiner ersten Bildung wegen seiner Dünne nur, wenn das Wasser, in welchem man den Keim untersucht, sehr rein von Dotterkügelchen ist. Er nimmt darauf an Dicke und Festigkeit zu, indem die Zahl der Kügelchen in ihm sich mehrt. Das vorderste Ende ist schon sehr früh in einen runden, viel dickern Knopf ausgebildet, und die ganze Rückensaite gleicht daher schon vor dem Ende des ersten Tages einer sehr dünnen Nadel mit einem zarten Knopfe. Dieses Ansehn behält sie auch ferner, indem sie allmählig stärker wird, und sich (freilich mit dem ganzen Embryo) krümmt. Diese Saite ist offenbar übereinstimmend mit der Knorpelsäule, welche sich in der Wirbelsäule einiger Knorpelfische während des ganzen Lebens findet. Wie bei jenen legen sich im Huhne die Wirbelkörper um die Saite, aus denen man sie bis in die Hälfte der Entwickelung, wo sie allmählig stärker wird, wie eine Schnur hervorziehen kann. Sie ist nicht nur die Achse, um welche sich die ersten Theile des Fötus bilden, sondern der wahre Maafsstab für den ganzen Leib und alle Hauptsysteme.

l. Rückensaite.

Ihre Entstehung scheint mir mit der Entstehung der Rückenplatte gleichzeitig. Zwar sieht man, wenn die Rückenplatten zuerst deutlich werden, die Rückensaite oft noch nicht; indessen liegen doch in der Mitte unter der Rückenfurche einzelne Kügelchen in einer geraden Linie, und diese Kugelreihe ist nichts anders, als die werdende Rückensaite. Auch habe ich deutlich gesehen, dafs bei stark gewölbten Primitivstreifen die Rückensaite bestimmt schon da war, ohne Spur von Rückenplatten. Die Norm der Entwickelung scheint also darin zu bestehen, dafs der Primitivstreifen, bald nach seiner Entstehung, in zwei Seitenhälften, die Rückenplatten, und einen mittlern Streifen, die Rückensaite, sich scheidet, und zwar so, dafs ziemlich zugleich beide Theile entstehen, aber zu Anfange die Entwickelung nach den Seitentheilen rascher geht, wenigstens deutlicher bemerkt wird.

Die Rückensaite nun ist es, welche von allen Beobachtern, die das Rückenmark sehr früh gesehen haben wollen, für dieses Organ gehalten worden ist; denn

das Rückenmark fehlt als gesonderter Körper durchaus vor der Verwachsung der Rückenplatten. Die Lage der Rückensaite in der Mittellinie des Körpers konnte zu dieser Verwechselung Veranlassung geben, indessen ist es immer merkwürdig, wie man einen so haardünnen und dabei dunklen, vorn mit einfachem Knopfe endigenden Körper, dessen Knopf zu den Hirnblasen in gar keiner Beziehung steht, und welcher mit seiner Umgebung eng verwachsen ist, für das Rückenmark halten konnte.

m. Scheide der Rückensaite.

Die Einfügung der Rückensaite ist nämlich ganz eigenthümlich. So wie durch eine einfache Reihe von dunklen Kügelchen die Rückensaite sich zu bilden anfängt, sieht man auch diese Linie von einem hellen Saum umgeben, und je dunkler die Rückensaite wird, desto heller ist dieser Saum, bis er die Durchsichtigkeit von Glas erhält. Da der Saum aber von allen Seiten erscheint, so ist er eigentlich eine Scheide für die Rückensaite. Er ist mit dieser letzten ursprünglich ein Ganzes, und in den beiden ersten Tagen so eng mit ihm verbunden, dafs nur die allergröfste Geduld und die feinsten Nadeln im Stande sind, die Saite von der Scheide zu trennen, und am ersten Tage mag der Versuch wegen der Dünne der Saite nie *ganz* gelingen. Um diese Zeit sind beide Theile wirklich nur Eins, das so in sich gesondert wird, wie wir fast überall, wo im Embryo sich ein dunkler Körper bildet, auch neben ihm einen Gegensatz von heller Masse ohne Kügelchen werden sehen. Auffallend ist nur in der Scheide für die Rückensaite die Festigkeit, die diese glashelle Masse hat. Am dritten Tage läfst sich die Rückensaite mit einiger Vorsicht aus der Scheide ziehen, und vom 4ten Tage an gelingt der Versuch ziemlich leicht.

n. Umbeugung des Vorderendes.

Die Scheide umgiebt auch den Knopf der Rückensaite. Hier ist es, wo die vordern Enden der Rückenplatten zusammenstofsen, nicht unmittelbar an den Knopf, sondern durch die Scheide von ihm getrennt, indem alles, was gegen die Rückensaite wächst, durch die Scheide von unmittelbarem Anstofsen an sie abgehalten wird. Der Rücken ist also ursprünglich grade eben so lang, als der Stamm der Wirbelsäule oder die Rückensaite. Allein da die Rückenplatten schneller wachsen, als die Rückensaite, so krümmen sie sich, und besonders ihre obere Kante. Beim ersten Auftreten der Rückenplatten sind sie nämlich nicht mehr gekrümmt, als der Primitivstreifen war, und dieser ist in der Länge nur so viel gekrümmt, als die Wölbung der Mitte der Keimhaut beträgt. Indem sie aber sich vergröfsern, bilden sie nicht nur mit ihrer ganzen Masse einen Bogen, dessen Krümmung nach oben gerichtet ist, sondern vorzüglich krümmt sich ihre obere Kante an dem vordern Ende etwas um den Knopf der Rückensaite nach unten. Die Folge davon ist, dafs, wenn man jetzt den Fötus von oben betrachtet, er

vorn

vorn 2 Spitzen (die vorragenden Umbeugungen der Rückenplatten) hat. Diese vordern Umbeugungen nehmen immer zu, und ziehen auch das vordere Ende der Rückensaite mit sich. Es ist mithin der ganze Stamm der Wirbelsäule, aber nur am vordersten Ende, umgebogen, und diese Umbeugung wird zum Kopf, in welchem der Knopf der Rückensaite die Mitte der Schädelbasis einnimmt. (Fig. II. und in späterer Form Fig. III.) Nach vorn grenzt diese Umbeugung mit halbmondförmigem Rande an den nicht umgewandelten Theil der Keimhaut, mit dem sie einen Winkel bildet, der allmählig spitzer wird.

o. Abschnürung des Embryo von der Keimhaut.

Wenn ich so eben die Umbiegung des Vorderendes vom Embryo als aus dem ſtarken Wachsthum der Rückenplatten hervorgehend dargestellt habe, so geschah es mehr, um die Metamorphose anschaulicher zu machen; denn allerdings sieht man bald, daſs diese Veränderung von einem tiefern gemeinsamen Grunde bedingt wird, der sich in allen Theilen der Bildung als ein Streben offenbart, den Embryo von dem umgebenden Theile des Keimes und des übrigen Eies zu scheiden *). Kaum hat sich nämlich das vordere Ende der Wirbelsäule umgekrümmt, so zieht sich der benachbarte Theil der Keimhaut nach hinten an die untere Fläche des Fötusrudimentes, indem die Stelle, wo der Umschlag der Keimhaut vom vordern Ende des Fötus in die Fläche der übrigen Keimhaut abgeht, immer mehr nach hinten rückt, und dadurch wirklich eine *Leibeshöhle* von vorn nach hinten sich zu formen anfängt, deren untere Wand jetzt nur von der Keimhaut gebildet ist. (Fig. III.)

Dieser Vorgang beruht also 1) auf dem Wachsthum des Embryo, der sich schneller vergröſsert als seine Basis, auſserdem 2) aber auch auf beginnender Verengerung der Communication zwischen dem Embryo und der Keimhaut, welche aber erst am zweiten Tage deutlich wird; denn die erste Umbeugung der Rückenplatten erfolgt erst um die 20ste Stunde, das weitere Zurückweichen von der Umbeugung der Keimhaut am Ende des ersten Tages. Dadurch wird ein Theil der vordern Hälfte des Fruchthofes aus der Ebene gezogen und er erscheint nun nicht mehr birnförmig, sondern bisquitförmig.

p. Anlage der Wirbel.

Wir verfolgen nun jene Verengung der Verbindung zwischen dem Embryo und der Keimhaut hier nicht weiter, sondern kehren vielmehr zu den Rückenplatten zurück. Während sich diese mit ihren obern Kanten einander nähern, erscheinen in ihnen die Wirbel in zwei gegenüber liegenden Stücken für jeden Wirbel. Sie bestehen, wie die Rückensaite, aus zusammengedrängten Körn-

*) Denjenigen Theil des Keimes, welcher sich nicht zum Embryo umgeformt hat, werden wir in Zukunft die *Keimhaut* nennen, und wir haben diesen Ausdruck schon angewendet für die Zeit, in welcher schon ein Anfang vom Embryo da ist.

chen, welche Flecken bilden, umgeben von hellen Umkreisen, die zu ihnen in demselben Verhältnisse stehen, wie die Scheide zur Rückensaite. Eine andere dem Knorpel ähnlichere Textur ist durchaus noch nicht da. Die Flecken sind zwar beim ersten Auftreten noch nicht ganz viereckig, gehen aber sehr bald in diese Form über, wodurch die hellen Zwischenräume Queerbändern gleich werden. Diese Anlagen der Wirbel bilden sich in der Gegend, wo der kammförmige erhabene Theil der Rückenplatten in den ebenen übergeht, und die Kante des Kammes wird von ihnen nicht erreicht. Die Folge davon ist, daſs es scheint, als bildete sich der Wirbel neben den Rückenplatten, indem man, wenn der Rücken sich zu schlieſsen anfängt, bei der Ansicht von oben auf jeder Seite neben den Wirbelanfängen nach innen einen hellen Streifen bemerkt, den zwei Schatten begrenzen. Dieser helle Streifen ist der durchsichtige übergebogene Kamm. Der äuſsere Schatten ist die Grenze der Höhle für das Rückenmark, wie besonders die Betrachtung der Fig. 3. deutlich macht, wo wir oben in 3′ die Ansicht der Rükkenseite haben, durch punktirte Linien auf den Queerdurchschnitt reducirt. Daſs die Wirbelanfänge wirklich in den Rückenplatten liegen, erkennt man, wenn man beide Platten mit Nadeln aus einander legt, wobei ein Theil der Wirbelrudimente mit umgelegt wird, und vorzüglich in den Fällen, wo die Rückenplatten, auf den hochgewölbten Primitivstreifen sitzend, ganz nach auſsen gekehrt sind. In diesen sah ich die Wirbelrudimente, die ganz im ersten Beginnen waren, vollständig umgeworfen. Die ersten Wirbelrudimente entstehen gegen Ende des ersten Tages und zwar in der Halsgegend; von da bilden sich nach vorn und hinten neue.

q Schluſs des Rückens.

Daſs sich die Ränder der Primitivfalten kräuseln, und Buchten bilden, indem sie sich einander nähern, bezweifle ich. Zwar sieht man in der Regel solche Kräuselungen, wenn man Embryonen, deren Rücken eben im Begriff ist, sich zu schlieſsen, in kaltem Wasser untersucht. Man erkennt aber auch, daſs diese Kräuselungen sich allmählig immer mehr von einander geben und die Rükkenfurche sich weiter öffnet. Durch die Einwirkung des kalten Wassers werden nämlich die Rückenplatten von einander gezogen, und da die Wirbelrudimente etwas fester sind, als ihre Zwischenräume, so zieht sich die Mitte jedes Wirbels etwas weniger zurück. Untersucht man Embryonen um dieselbe Zeit in warmem Wasser, so sieht man die Kräuselungen so lange nicht, als das Wasser warm bleibt. Weniger gewiſs bin ich darüber, ob auch im vordern oder Kopf-Theile der Wirbelsäule vor dem Schlusse keine Erweiterungen sind. Es hat allerdings zuweilen das Ansehn, doch fand ich, daſs wenigstens die innern einander zugekehrten Ränder der Rückenplatten immer gerade waren, und nur der umschlossene Raum

d. h. also die Seitentheile der Platte sich nach aufsen wölbten, jedoch ohne abgesonderte Zellen zu bilden, in einer gleichmäfsigen Erweiterung, mit Ausnahme des vordersten Endes.

r. Erhebung des Embryo und des Fruchthofes.

Während diese Veränderungen im Rücken am Ende des ersten Tages erfolgen, erhebt sich der Embryo von dem Dotter, und der ganze durchsichtige Fruchthof nimmt an der Erhebung Antheil, und zwar gleichmäfsig, da in ihm der Umfang der Bauchplatten noch nicht bestimmt ist. Alle Blätter sind zugleich erhoben und liegen dicht an einander. Nur nach vorn fangen die Blätter an, sich zu trennen, und zwar in Folge des Zurückziehens unter das Kopfende, was wir am zweiten Tage näher ins Auge fassen werden.

s. Allgemeine Beschaffenheit des Embryo am Ende des ersten Tages.

Am Ende des ersten Tages hat also der Embryo folgende Beschaffenheit. Man erkennt in ihm nur noch Bildungsgewebe, oder jene Grundmasse aller thierischen Theile, welche aus einem eiweifsähnlichen Grundschleime und unvollständig isolirten Kügelchen besteht. In einer Gegend sind mehr Kügelchen, in einer andern ist mehr geronnener Grundschleim angehäuft; nirgends ist die Spur einer continuirlichen Faser. Der Embryo ist nach oben gewölbt, wie ein umgestülptes ganz flaches Boot. Von den zukünftigen Theilen des Thieres ist noch nichts kenntlich, als die Rückensaite und die beiden Rückenplatten, die der Verwachsung nahe sind und 5 bis 7 Wirbel enthalten. Ueberhaupt ist also nur die obere Hälfte des Thieres da. Die untere oder Bauch-Hälfte ist noch gar nicht von der Keimhaut abgesondert. Die Theile, welche wir weiter unten als Bauchplatten bezeichnen werden, scheinen zu beiden Seiten der Wirbelsäule schon angelegt, denn neben der Wirbelsäule ist die Keimhaut etwas dicker, und im vordersten Ende sind die Bauchplatten schon etwas kenntlich. Sie sind aber nach aufsen noch nicht begrenzt, und da sie sich offenbar nicht aus dem jetzt schon sichtbaren Rudimente des Embryo entwickeln, sondern aus dem benachbarten Theile der Keimhaut, so sieht man daraus, dafs der Embryo noch nicht gegen die Keimhaut begrenzt ist, mit Ausnahme des vordern scharf begrenzten Endes.

Der Embryo ist ein umgewandelter Theil der Keimhaut.

Ueberhaupt wird man aus der Darstellung erkannt haben, dafs das Rudiment des Embryo nichts ist, als eine besondere Modification einer Stelle des Keimes, eine isolirte Wucherung desselben, ein Verhältnifs, welches während der ganzen Entwickelung im Eie bleibt, nur mit der Veränderung, dafs jener isolirte Theil, den wir Embryo nennen, und der jetzt noch unbedeutend ist gegen die übrige Keimhaut, bald der wesentliche wird, und diese beherrscht.

t. Schichten im Embryo.

Der Embryo dieses Zeitraums hängt also nicht blofs mit der Keimhaut zusammen, sondern geht ohne bestimmte Grenze in sie über. Im Embryo kommen daher auch alle Schichten der Keimhaut wieder vor. Das Schleimblatt liegt ganz

dünn und lose an der untern Fläche der Wirbelsäule. Das seröse Blatt setzt sich ununterbrochen in die glatte äufsere und innere Oberfläche der Rückenplatten fort. Der Inhalt der Rückenplatten ist der festeste Theil im Embryo. Viel lockerer ist eine Schicht von weichem Bildungsgewebe zwischen den Rückenplatten und dem Schleimblatte. Es ist durch den Augenschein nicht ganz fest zu bestimmen, ob nur diese lose Schicht, oder auch der Inhalt der Rückenplatten als der Gefäfsschicht angehörig anzusehen ist, da der Inhalt der Rückenplatten nach aufsen nicht scharf begrenzt ist. Ueberdies ist die Gefäfsschicht in der Keimhaut nicht ein so selbstständiges Blatt, wie das seröse und Schleimblatt. Sie ist gegen beide nicht scharf begrenzt, und überhaupt nur das Bildungsgewebe zwischen jenen beiden Blättern, gleichsam die Leibesmasse zwischen der Oberhaut und der Schleimhaut jenes nicht zu höherm Leben bestimmten Theiles vom Keime; denn offenbar kann man den ganzen Keim, da ein Theil desselben zum Embryo wird, als den ungeformten Leib des Thieres selbst betrachten, der nichts ist, als ein grofser, nicht geschlossener Darmsack.

Auf jeden Fall ist aber jene weiche Schicht unter der Wirbelsäule der Gefäfsschicht in der Keimhaut durch den lockern Bau ähnlicher, und nimmt auch allein die Gefäfse aus der Gefäfsschicht der Keimhaut später auf und löst sich von den Rücken- und Bauchplatten, nicht aber von der Gefäfsschicht der Keimhaut. Ferner ist auch die innere Masse der Rückenplatten nicht nur jetzt, sondern auch im ganzen zweiten Tage innig mit der Oberfläche derselben verbunden, und das Auge unterscheidet keine Grenze zwischen jener Masse und der äufsern allerdings hellern Bekleidung. Beides scheint nur eins, und erst am dritten Tage wird eine bekleidende Schicht abtrennbar. Man kann daher die ganzen Rückenplatten als Wucherungen des serösen Blattes betrachten *).

---

*) Panders Benennungen: seröses Blatt und Gefäfsblatt, sind nicht recht passend. Indessen habe ich den Namen nicht verändern wollen, theils weil die Pander'schen Benennungen der Schichten des Keimes allgemeinen Eingang gefunden haben, und eine Unterscheidung der Schichten in der Keimhaut ein Wendepunkt in dem Studium der Entwickelungsgeschichte geworden sind und den spätern Forschungen das wahre Licht angezündet haben, theils weil ich noch keine ganz consequent durchgeführte zu geben weifs. Das Wesentliche in der Schichtung scheint mir nur in der Vorbereitung zu künftigen Bildungen zu bestehen. Wie nämlich aus dem weitern Verlaufe der Darstellung erhellen wird, tritt beim Uebergange des zweiten Tages in den dritten eine Spaltung des Embryo und der Keimhaut in einen animalischen und einen plastischen Theil auf (§. 5. c.). Wenn die Spaltung erfolgt ist, hat jede Lage 2 Schichten, in der untern Lage ist ein Schleimblatt und ein Gefäfsblatt, jedes von eigenthümlicher Organisation. In der obern Lage sind auch zwei Schichten, die im Embryo deutlich zu unterscheiden sind (§. ebend.) als zukünftige Haut und der animalische Theil des Leibes. Es ist aber nicht möglich zu bestimmen, ob die letztere Schicht in die Keimhaut übergeht oder nicht. Gesondert ist sie in der letztern nicht, sie scheint aber in die untere Begrenzung der obern Lage überzugehen. Früher lassen sich (im Verlaufe des zweiten Tages) beide Lagen durch künstliche Tren-

Fassen wir alles, was von der Entwickelung am ersten Tage gesagt ist, in einen allgemeinen Ausdruck zusammen, so finden wir das Characteristische dieser ersten Bildung in einen bis jetzt nur noch am vordern Ende begrenzten *Hervorwachsen* aus dem Keime, wodurch dieser in einen Embryo und eine Keimhaut sich scheidet.

u. Allgemeiner Character der Entwickelung am ersten Tage.

Der Stoff für das Wachsthum des Embryo kann jetzt wohl nur von der untern Fläche kommen, wo sich eine Flüssigkeit aus dem Dotter angesammelt hat. Dafs der Dotter selbst wieder Stoff aus dem Eiweifs angezogen hat, scheint mir nicht zu bezweifeln; denn, wenn auch der Dotter jetzt noch nicht augenscheinlich gewachsen ist, so ist doch die Zunahme desselben in den folgenden Tagen nicht zu verkennen. Sehr deutlich ist aber jetzt schon die Abnahme des Eiweifses und wohl gröfser, als sie durch die blofse Verdünstung seyn könnte, wie man daraus sieht, dafs sie in solchen Eiern, die keinen Embryo enthalten, unbedeutend ist. Besonders ist das Eiweifs über dem nach oben gewölbten Fruchthofe zurückgewichen.

v. Der Nahrungsstoff kommt von unten.

§. 2.

Zweiter Tag.

Wenn wir die Erzählung der Bildungen des ersten Tages damit schlossen, dafs sie im Wesentlichen auf einem Hervorwachsen des Fötus aus den ursprünglichen Theilen der Dotterkugel beruhen (§. 1. *u.*), so wollen wir den Bericht über den zweiten Tag mit der Bemerkung beginnen, dafs in ihm die Isolirung des Fötus aus den Theilen der Dotterkugel auch durch Abgrenzung des Zusammenhanges immer mehr hervortritt, welche für die vordere Hälfte des Körpers schon eine Abschnürung wird, und dafs, so wie anfänglich aus dem Stamme der Wirbelsäule nur eine Entwickelung von der Seite nach oben bemerkt wurde, um eine Höhle für die Centraltheile des Nervensystems zu umschliefsen, nun auch eine Entwickelung aus derselben von der Seite nach unten hervortritt, um eine Höhle für die plastischen Organe zu bilden, und somit der allgemeine morphologische Character des animalischen Theiles vom Wirbelthiere vollständig wird. Wir schicken diese Bemerkung voran, weil nur nach dieser Ansicht die Vorgänge in der ersten Hälfte des zweiten Tages, die alle auf den bezeichneten Metamorpho-

a. Allgemeiner Character der Veränderungen am zweiten Tage.

---

nung in der Keimhaut unterscheiden. Allein am ersten Tage ist eigentlich nur eine obere glatte, und untere körnige Begrenzung. Dazwischen ist Etwas, das kein continuirliches Blatt für sich ist. Auch ist es zu viel, um es *allein* auf das künftige Gefäfsblatt zu beziehen, wenn auch allerdings in ihm das Blut sich bildet.

sen beruhen, deutlich dargestellt werden können. In der zweiten Hälfte des zweiten Tages gehen sie zwar noch fort, allein sie werden mehr verdeckt durch Entwickelung eines Hauptgegensatzes in dem nunmehr selbstständig gewordenen Fötus, in der Entwickelung des Nerven- und Blutsystems.

b. Verwachsung der Rückenplatten.

Zuvörderst betrachten wir die Weiterbildung dessen, was am vorigen Tage schon begonnen war, die Bildung des Rückens und der in ihm enthaltenen Höhle. Nachdem die Aneinanderlegung der Rückenplatten mit geraden, nicht gebuchteten Rändern bewirkt ist, erfolgt die Verwachsung derselben. Sie ist am Anfange dieses Tages so zart, dafs die leiseste Berührung mit der Nadelspitze sie trennt, ja die Contraction, welche die Rückenplatten durch kaltes Wasser erfahren, sie zerreifst, und die wenigstens in einem Theile der Länge bestehende Verbindung unter den Augen des Beobachters sich löst.

Die Verwachsung tritt zuerst hinter dem künftigen Kopfe auf, und verbreitet sich von da ziemlich rasch nach vorn und hinten. Nur in der Gegend des künftigen Kreuzbeins klaffen die Dorsalplatten einige Zeit von einander, und bei flüchtiger Untersuchung scheint es, als ob sie sich hier während des ganzen zweiten Tages nicht erreichten, indem die dunkeln Streifen, welche die Rückenplatten ihrer Dicke wegen jetzt bilden, hier noch am Ende des zweiten Tages aus einander laufen. Indessen zeigt die Untersuchung mit der Sonde, dafs dennoch um diese Zeit eine Verwachsung erfolgt ist, dafs nur die Grundflächen der Rückenplatten hier weiter von einander stehen, die obern Kanten sich dagegen stärker umgebogen und einander erreicht haben, ihrer Durchsichtigkeit wegen aber nicht sogleich erkannt werden. Es bleibt also der Kanal für das Rückenmark *), der eben durch die Verwachsung der Rückenplatten erzeugt wird, in der Kreuzgegend eine Zeitlang offen, schliefst sich aber dann, behält jedoch eine breite Grundfläche.

c. Vermehrung der Wirbel.

Während der Verwachsung der Rückenplatten nimmt die Zahl der Wirbelrudimente zu, und da die neuen Wirbel sowohl vor als hinter den frühern sich ansetzen, so ist es eben nicht leicht, die Gegend zu bestimmen, in welcher die ersten Wirbelrudimente sich gezeigt haben, da man, wenn sich eine vermehrte Zahl von Wirbeln zeigt, nicht einmal bestimmen kann, wie viele sich vor, und wie viele sich hinter den frühesten angesetzt haben. Zwar liegen um die 30ste Stunde die vordersten Wirbelrudimente ziemlich dicht hinter der Gegend, wo das Schleimblatt sich umbeugt, allein abgesehen davon, dafs diese Stelle selbst in

*) Dieser Kanal ist zugleich der Kanal im Innern des künftigen Rückenmarkes.

der Wirbelsäule in Ermangelung vieler andern Theile sich schwer bestimmen läfst, so ist es auch offenbar, dafs innerhalb der Wirbelsäule der Raum vor den ersten Wirbeln bedeutend anwächst. So viel ist aber gewifs, dafs weit mehr Wirbel hinter als vor den ersten sich erzeugen. Die Wirbel werden immer deutlicher viereckig und zwischen ihnen die hellen Stellen bandförmig, nur die ersten und letzten Wirbel sind noch unregelmäfsig. In der Mitte des zweiten Tages sind 10 bis 12 Wirbel da.

d. Schädel- und Wirbelhöhle.

Schon wenn die Verwachsung der Rückenplatten im vordern Theile des Rückens erfolgt, ist der eingeschlossene Kanal etwas weiter, als im hintern Theile, so dafs man deutlicher und etwas weiter von einander stehend die zwei Schatten sieht, welche die innere Höhlung dieses Kanals zeigt. Diese Erweiterung ist die erste Andeutung der Schädelhöhle, und ragt mit ihrer hintern Spitze bis über die Stelle, wo die Umbeugung des Schleimblattes sich um die 30ste Stunde befindet. In der 36sten Stunde reichen beide gleich weit nach hinten, indem die Schädelhöhle durch die fortgehende Umbeugung der Rückenplatten mehr nach vorn rückt. Die Schädelhöhle hat im ersten Auftreten noch keine Einschnürungen und Erweiterungen, bis auf das vorderste Ende, welches sehr früh, und wenn nicht zugleich mit dem Schlusse der Rückenplatten, doch gleich nach demselben, eine ganz kleine rundliche Höhle bildet, die kaum den 6ten Theil einer Linie im Durchmesser haben kann, so dafs die gesammte Höhle für den Centraltheil des Nervensystems einen hohlen Raum bildet, der eben so, wie die Rückensaite, die Gestalt einer Nadel hat, nur weiter ist, als die Rückensaite. Sehr bald, und zwar schon um die 30ste Stunde, vergröfsert sich die vorderste Höhlung auf eine sogleich näher zu beschreibende Weise, und hinter ihr entsteht eine zweite Erweiterung für die Vierhügel, hinter dieser eine dritte sehr viel längere für das verlängerte Mark. Diese letzte Zelle hat selbst wieder geschlängelte Wandungen, so dafs man in ihr eine gewisse Unbestimmtheit der Bildung, oder eine Neigung, in mehrere Zellen zu verfallen, erkennt. Besonders ist eine Einschnürung ziemlich deutlich, welche den Raum in eine vordere kürzere rundliche, und eine hintere längere engere Abtheilung einigermaafsen trennt. Diese Einschnürung ist bald mehr bald weniger früh bemerkbar, bildet sich aber nicht weiter aus. Daher kommt es, dafs die Beobachter bald 3, bald 4 Hirnzellen auftreten lassen. Die vorderste dieser Zellen, oder diejenige, welche die früheste war, umschliefst in späterer Zeit die Schenkel des grofsen Hirns und die Sehhügel. Die enge runde Gestalt, welche sie im ersten Erscheinen hat, verändert sie schon um die dreifsigste Stunde, indem sie im hintern Theile ihres Umfanges sich erweitert hat, und nach vorn sich etwas zuspitzt. Diese seitliche Ausdehnung des hintern

Theils nimmt ziemlich rasch zu und treibt zu beiden Seiten rundliche Erhöhungen hervor, — die ersten Anfänge der Augen. Um die 33ste Stunde hat das vordere Ende des Embryo sehr viel Aehnlichkeit mit dem Kopfe einer Fliege, indem die vordere Zelle nach hinten sich stark erweitert hat, nach vorn aber verengt ist. Auf dem Vorderende selbst sind kleine Vorragungen, welche man, nach der Ansicht von oben, für Spitzen halten könnte. Es sind aber vielmehr Leisten, wie man erkennt, wenn man das umgebogene Vorderende an seiner vordern Fläche betrachtet. Um die 36ste Stunde sind diese Leisten stark vorspringend, auch erkennt man um diese Stunde die Augen sehr bestimmt als solche. Sie sind ein wenig nach unten gerückt. Wenn man nämlich das Vorderende etwas auf die Seite dreht, bemerkt man nach unten eine seitliche Vorragung. Dreht man den Kopf ganz auf die Seite, so sieht man in dieser Gegend eine helle Kreisfläche, umgeben von einer dunklern Kreislinie. Der Kreis selbst ist so hell, dafs man durch ihn und durch den ganzen Kopf wie durch Wasser sehen kann, wenn beide Augenrudimente in der Achse des Beobachters liegen, während die übrige Seitenfläche des Vorderendes schon einige Undurchsichtigkeit hat. Die Augen sind also seitliche Hervortreibungen der hintern Region der vordern Hirnzelle. Ich habe nicht finden können, dafs diese Stelle vorher in dem Kopfende der Rückenplatten angedeutet oder vorgebildet wäre, vielmehr mufs ich glauben, dafs die Augen aus dem Innern der Hirnzelle hervorgetrieben wurden, und nur ihre äufsere verdünnte Wölbung der ursprünglichen Seitenwand des Kopfendes angehörte.

e. Inhalt der Schädel- und Wirbelhöhle.

Was ist nun aber das Hervortreibende? Diese Frage führt uns nothwendig auf eine andere. Was ist im Kanal für Hirn und Rückenmark, und wann und wie treten die Centraltheile des Nervensystems auf? Ich habe schon früher bemerkt, dafs ich gewifs bin, sie seyen noch nicht da, wenn die Rückenplatten sich der Verwachsung nähern. Dieselbe Beobachtung habe ich auch in Froscheiern gemacht, die ich in Salpetersäure erhärtet hatte. Läge hier ein Rückenmark offen da, es könnte auf dem dunklen Grunde der schwarzbraunen Rückenfurche, da das Eiweifs durch die Salpetersäure verzehrt wird, schwerlich der Untersuchung entgehen. Ich glaube aber auch mit Sicherheit behaupten zu können, dafs Rückenmark und Hirn noch nicht angeschossen sind, wenn die Rükkenplatten des Hühnchens erst kürzlich verwachsen sind; denn, wenn man die Verwachsung mit einer feinen Nadel trennt, erscheint der Inhalt des eingeschlossenen Kanals völlig hell, und auch die innere Fläche der Wände ist hell. Selbst wenn die Hirnzellen auftreten, enthalten sie noch gar keine feste Nervenmasse. Es mufs aber doch etwas da seyn, was sie aus einander treibt. Wenn man den Rücken eines Fötus aus dieser Periode unter Wasser öffnet, so tritt keine Luftblase

blase hervor, auch findet man, dafs die Hirnblasen im kalten Wasser nur wenig zusammenfallen. Man sieht hieraus, dafs weder Luft noch ein blofser Dunst im Rückenkanale und den Hirnzellen sich findet, sondern eine tropfbare, durchsichtige Flüssigkeit. Später, wenn das Hirn schon gebildet, aber noch sehr hohl ist, läfst sich in ihm eine Quantität Flüssigkeit sehr leicht und bestimmt erkennen, und es ist wohl keine Frage, dafs diese früher die ganze Höhlung ausfüllte. Statt des Hirns und Rückenmarkes ist also ursprünglich nur eine Flüssigkeit da. Der erste Anfang vom Auftreten des Auges wird auch nur von ihr bewirkt. Sie ist die Vorläuferinn der Centraltheile des Nervensystems, und als solche war sie schon bei Erhebung der Rückenplatte vorhanden. Gegen die Mitte des zweiten Tages wird Hirn und Rückenmark erkennbar. Unter welchen Formen es geschieht, soll angegeben werden, wenn wir auch die übrigen Veränderungen bis zu dieser Zeit verfolgt haben werden.

f. Gesicht.

Die Bildung des Gesichtstheils vom Kopfe scheint durch das Hervortreten der Augen veranlafst zu werden. Das Auge bezeichnet die Grenze zwischen Schädel und Gesicht. Zugleich aber zeigt sich eine Masse hinter dem Auge, die nicht unmittelbar zu dem Kopftheile der Rückenplatten gehört, sondern, — da auf der untern Fläche Kopf und Rumpf (mit Inbegriff des Halses) noch durch gar nichts unterschieden werden, denn noch fehlt die Mundöffnung, — das vorderste Ende der Bauchplatten zu seyn scheint.

g. Bauchplatten.

Die Bauchplatten aber sind es, von welchen wir schon oben bemerkten, dafs sie nach unten eben so (§. 2. *a.*) zu einer Höhle unter der Wirbelsäule sich verbinden, wie es oben die Rückenplatten thun, jedoch geht jenes Schliefsen sehr viel langsamer vor sich, und wird im Grunde nur mit dem Ende der Bebrütung vollständig bewirkt. Da die Metamorphose der Bauchplatten nicht in ihrer ganzen Länge gleichzeitig ist, so kommt es vor allen Dingen darauf an, von den Bauchplatten überhaupt eine Vorstellung zu gewinnen. Man sieht in der Mitte des zweiten Tages in der hintern nicht geschlossenen Hälfte des Embryo zu beiden Seiten der Rückenplatten in der Keimhaut ein Paar breite dunkle Bänder, welche parallel mit der Wirbelsäule herablaufen. Durch eine helle Linie sind sie von den Rückenplatten und durch eine andere nach aufsen von der nicht veränderten Keimhaut getrennt. Sie liegen hier hinten noch innerhalb der allgemeinen Wölbung, welche der Fruchthof um diese Zeit bildet, und bestehen aus einer verhältnifsmäfsig festen und halb durchsichtigen Masse, welche eng an dem serösen Blatte anhängt, und aus diesem gleichsam herausgewachsen scheint, gerade wie früher die Rückenplatten. Verfolgt man diese Platten nach vorn, wo schon der vordere Theil des Leibes geschlossen ist (§. 1. *o.* §. 2. *k.*), so bemerkt man,

dafs die Bauchplatten hier in den geschlossenen Theil hineingehen und die Seitenwand bilden. Sie reichen bis zum Knopf der Rückensaite. Wolff schon hat ihnen den passenden Namen *Bauchplatten* (Laminae abdominales) *) gegeben, allein Pander hat diese Benennung mit dem Ausdrucke Bauchfalten (Plicae abdominales) vertauscht, und setzt ihre Entstehung an den Schlufs des zweiten Tages. Allerdings krümmen sie sich um diese Zeit nach unten, und bilden dadurch eine Faltung in der Keimhaut, allein es ist keinem Zweifel unterworfen, dafs sie schon viel früher in der Ebene der Keimhaut kenntlich sind, und sobald der vordere Theil des Embryo von unten umschlossen ist, zeigen Queerschnitte desselben, dafs die Seitenwände aus zwei anschnlich dicken Platten gebildet werden. Sie sind also im Vorderende schon am Anfang des zweiten Tages, weiter nach hinten etwas später kenntlich, ja im Grunde schon am Ende des ersten Tages angelegt, aber noch nicht von der übrigen Keimhaut abgegrenzt. (§. 1. *s.*)

h. Kopfkappe.

Um die Schliefsung des andern Leibesendes genauer zu beschreiben, kehren wir zum Ende des ersten Tages zurück, und erinnern nur, dafs die Rückensaite oder der Stamm der Wirbelsäule am vordersten Ende sich nach unten gekrümmt hatte, und die Umbeugung des Keimblattes eine ganz kurze Strecke sich hinter den Knopf der Rückensaite zog (§. 1. *o.* Fig. III.). Mit dem Beginnen des zweiten Tages rückt diese Umbeugung immer weiter nach hinten, und so wird denn der Embryo immer weiter von unten geschlossen und bekommt in seinem vordern Ende eine stets wachsende, vom Schleimblatte ausgekleidete Höhle. (Fig. IV.)

Zugleich mufs der Theil der Keimhaut, welcher von der Umbeugung nach vorn verläuft, um in die übrige Fläche der Keimhaut überzugehen, das Vorderende des Kopfes verdecken, wenn man es von unten betrachten will. Wir nennen diesen Theil die *Kopfkappe* (Fig. IV. *pr*). Es wird aus der Darstellung sowohl als aus der Ansicht der Abbildung allgemein verständlich seyn, dafs die Kopfkappe nichts Selbstständiges, sondern ein unmittelbarer Theil der Keimhaut ist.

i. Erste Trennung der Blätter.

Sobald mit dem Ende des ersten Tages die Anlage der Kopfkappe entsteht, wird in ihr auch schon eine Trennung der Blätter der Keimhaut angedeutet. In der ersten Hälfte des zweiten Tages geht diese Trennung rasch vorwärts, so dafs um die Mitte desselben das obere oder seröse, im Umschlage also das vordere, Blatt um eine halbe Linie vom Schleimblatte absteht. Die Trennung verliert sich auch

*) Da sie aber die ganze Länge der untern Fläche einnehmen, was Wolff nicht erkannte, so sollte man sie lateinisch *Laminae ventrales* nennen.

nie wieder, denn es wird hier, da die Abschnürung nicht blofs von vorn nach hinten, sondern auch zugleich von der Seite im Vorderende des Körpers erfolgt, der körnige Inhalt des Gefäfsblattes von beiden Seiten zusammengeschoben, wodurch schon das seröse Blatt vom Schleimblatte entfernt gehalten werden mufs. Eine unmittelbare Folge davon ist, dafs die Kopfkappe in der Mitte des zweiten Tages in ihrem serösen Blatte viel kürzer ist, als im Gefäfs- und Schleimblatte. (Fig. IV.)

k. Bildung der verdauenden Höhle.

Das Zurückweichen des Umschlages der Keimhaut ist der Anfang der Abschnürung des Embryo von der übrigen Keimhaut, welche wir am dritten Tage allgemein im ganzen Umfange finden werden. Da sie vorn zuerst auftritt, so erhält der Embryo auch im vordern Ende zuerst eine Höhlung. Diese Höhlung (*dg*) ist unmittelbar durch das Schleimblatt von allen Seiten gebildet, denn das Schleimblatt ist die unterste Schicht im Rudiment des Embryo, und die oberste im umgeschlagenen Theile der Keimhaut. Die Höhlung selbst ist noch sehr weit, und reicht vorn an die Umbeugung der Wirbelsäule, welche den Boden der Höhlung bildet. Sie ist also hier in Form eines Blindsackes geschlossen. Nach hinten geht sie durch eine ansehnliche runde, offene Mündung (wo der Umschlag aufhört) in den Raum über, in welchem der Dotter liegt. Offenbar ist diese Höhlung der *vorderste Theil* des werdenden *Speisekanals,* und mit diesem unbestimmten Namen wollen wir ihn vorläufig belegen, da noch keine Abtheilungen in ihm sich gebildet haben, um sie als Rachenhöhle, Speiseröhre oder dergl. zu unterscheiden, obgleich der umgebogene Theil der Wirbelsäule sich als Decke der Rachenhöhle schon jetzt characterisirt. Das offene Ende der vordern Höhlung (Fig. III. IX. *g*) nennen wir den *vordern Eingang in den Speisekanal.* Die Wolff'sche Benennung Fovea cardiaca, welche Meckel bald Magengrube, bald Herzgrube übersetzt, mufs durchaus vermieden werden. Sie hat gewifs zu dem schweren Verständnisse der Wolff'schen Arbeit sehr wesentlich beigetragen. Denn wie soll man es verstehen, dafs die Fovea cardiaca bald in die Speiseröhre, bald in den Magen, dann in den Darm, oder gar in die Darmrinne Wolff's, d. h. in die Lücke zwischen den Blättern des Gekröses führen soll, abgesehen davon, dafs die letztere Angabe nicht ganz richtig ist?

Indem sich nun der vordere Theil des Speisekanals bildet, sieht man schon an den Seitenwänden desselben die vordern Enden der so eben beschriebenen Bauchplatten. Am Knopf der Rückensaite stofsen sie unter sich zusammen, weiter nach hinten aber stehen ihre untern Ränder von einander ab, und die Lücke ist also blofs von der zurückgezogenen Keimhaut (§. 1. *o.*) ausgefüllt. In der Gegend des Umschlages gehen die Bauchplatten noch mehr aus einander, und ihr

hinterer Theil liegt, wie bemerkt wurde, nur schwach ausgebildet in der Ebene des Keimblattes.

l. Anlage zur Herzbildung.

Wir erwähnten, dafs durch das Abscheuren der vordern Hälfte des Leibes und das damit verbundene Zusammenrücken der vordern Enden der Bauchplatten, (denn dafs auch diese ursprünglich ziemlich horizontal gelegen haben, versteht sich von selbst, und ist auch in den ersten Stunden des zweiten Tages kenntlich,) indem der körnige Inhalt der Gefäfsschicht aus dieser Gegend zusammengedrängt wird. Es zeigt sich nämlich zwischen dem serösen und dem Schleimblatte schon am Ende des ersten Tages eine dunkle, körnige Masse, die in 2 seitliche Schenkel nach hinten in die Seitenränder der Kopfkappe ausläuft. Beide Schenkel sind nach vorn durch einen ganz dünnen Faden verbunden. Während der ersten Hälfte des zweiten Tages rücken beide Schenkel immer mehr zusammen, wodurch allmählig eine dunkle Masse in Form eines umgekehrten Y sich bildet. Sie hat nämlich, da die Schenkel von vorn nach hinten zusammengeschoben werden, einen vordern gemeinschaftlichen Stamm und hinten zwei Schenkel, und ist der Stoff, aus dem sich das Herz bilden soll. Der Stoff, sage ich, denn noch können wir ihn nicht das Herz selbst nennen, da er weder scharf begrenzt, noch hohl, sondern eine Körnermasse von zäher Consistenz ist, welche ihrer Dicke wegen etwas nach unten vorragt.

Um die Mitte des zweiten Tages nun wird die beschriebene Masse hell und im Innern flüssig, während die äufsere Fläche sich zu einer Wandung umformt. So entsteht das Herz, indem diese Masse sich in flüssiges Blut verwandelt, während gleichzeitig oder ganz kurz vorher im flüssigen Inhalte des Rückenkanals sich die feste Nervenmasse von Hirn und Rückenmark zu sondern angefangen hat. Die beiden wichtigen Momente der Blut- und Nervensystem-Bildung haben wir nun näher ins Auge zu fassen.

m. Hirn und Rückenmark.

Kurz vor der Mitte des zweiten Tages sieht man zuerst an der innern Fläche der Rückenplatten, die vor wenigen Stunden einen geschlossenen Kanal mit mehreren Zellen im vordern Theile desselben gebildet haben, eine trübe Absonderung. Diese Absonderung enthält ansehnliche, ziemlich dunkle Körnchen, die durch eine helle zähe Masse verbunden werden, und sieht aus wie ein mit dem Pinsel aufgetragener Ueberzug, welcher mit der innern Fläche der Rückenplatten sehr fest verbunden ist. Er ist zu weich, um ihn ein wahres Blatt zu nennen. In der 2ten Hälfte des 2ten Tages bildet der Niederschlag mehr ein Continuum und kann den Namen eines Blattes erhalten. Man erkennt das Blatt beim Oeffnen des Rückenkanals als eng an der Wand desselben anliegend. Auch im senkrechten Durchschnitte ist das Blatt kenntlich, — allein es ist noch so dünn, dafs bei un-

geöffnetem Fötus der Rückenkanal blofse Flüssigkeit zu enthalten scheint. Läfst man den Embryo einige Stunden in kaltem Wasser liegen, so wird diese Körnerschicht weit deutlicher, und man erkennt nun, namentlich in den Hirnzellen, auch von aufsen eine dunkle, körnige Bekleidung, die ganz das Ansehn von matt geschliffenem Glase hat.

Viel habe ich mich mit der Frage beschäftigt, ob diese erste Anlage des Centraltheils vom Nervensysteme aus zwei von einander gesonderten Blättern besteht, welche erst später unter sich verwachsen, oder nicht. Ich mufs mich gegen die gewöhnliche Meinung erklären. Oft habe ich nämlich aus Queerschnitten von Embryonen der 2ten Hälfte des zweiten Tages, und noch öfter aus dreitägigen Embryonen das zarte Rückenmark herausgenommen, und wenn dieses ohne Quetschung und Zerreifsung gelungen war, zeigte sich das Rückenmark immer als ein geschlossener, seitlich zusammengedrückter Kanal. Nach oben ist die Wandung des Kanals sehr dünne, eben so auch ursprünglich nach unten, wo sie jedoch bald an Dicke zunimmt. An den Seiten ist die Wand aber dicker, dunkler, körnerreicher, und diese vorherrschende Dicke der Seiten nimmt immer zu, so dafs man allenfalls sagen könnte, der hohle Cylinder bestünde aus zwei ursprünglich vereinigten Hälften, die wir in Zukunft mit dem Namen der Blätter des Rückenmarks belegen werden. Die Marklage, welche die Hirnzellen im Innern bekleidet, *scheint* bei erster Ansicht wirklich während des zweiten Tages nach oben getheilt zu seyn, weil die Wandung der Zellen, von oben angesehen, ganz durchsichtig ist; diese Ansicht gewinnt dadurch noch an Augenscheinlichkeit, dafs in der Mittellinie der obern Wölbung ein zarter, dunkler Strich verläuft. Allein eine nähere Betrachtung zeigt, dafs dieser Strich die noch nicht verwischte Naht der Rückenplatten ist, und wenn man den Embryo längere Zeit in Wasser liegen läfst, und die dunkelkörnige Lage, wie oben bemerkt wurde, deutlicher erscheint, sieht man bestimmt, dafs die Hirnzellen auch von oben von ihr bekleidet sind, sogar die Gegend, wo später die vierte Hirnhöhle entstehen soll. Ich halte also auch das Hirn für eine in mehrere Zellen getheilte, oben völlig geschlossene Blase, und spreche diese Meinung nur nach sehr sorgfältigen, vielfach wiederholten und nicht blofs im Vogeleie bestätigten Untersuchungen aus. Indessen mufs ein sehr wesentlicher Umstand ins Auge gefafst werden. Der Centraltheil des Nervensystems enthält am 2ten Tage nicht blofs das eigentliche Nervenmark, sondern auch seine Hüllen in indifferenter Verbindung. Keinesweges aber kann ich beistimmen, wenn man behaupten wollte, was ich in der Mittellinie des Körpers am 2ten Tage gesehen habe, sey blofs harte Hirnhaut, und aus oder an dieser bilde sich erst später Markmasse, vielmehr glaube ich, es sey,

was jetzt in der Mitte liegt, dasselbe, was die Seitentheile bildet, und daraus würden erst die Hüllen für Hirn und Rückenmark ausgeschieden. Denn ganz in der Mittellinie, so dünn auch hier das Blatt seyn mochte, sah ich doch immer noch Kügelchen, die ich für wahre Nervenkügelchen hielt.

Was nun die äufsere Form des Centraltheiles anlangt, so ist das Rückenmark, wie ich bemerkte, eine seitlich zusammengedrückte Röhre mit verhältnifsmäfsig ansehnlicher Höhlung, die eine Flüssigkeit enthält. Das verlängerte Mark ist eine unmittelbare, allmählig sich erweiternde Verlängerung dieser Höhle, in welcher die Gegend für das künftige kleine Hirn ein wenig abgegrenzt ist. Die Vierhügel bilden eine Zelle vor diesem. Bis hieher liegt das Hirn in gerader Linie mit dem Rückenmarke. Nur die Zelle, welche am frühesten sich gezeigt hatte, ganz am vordern Ende lag, und aus welcher die Augen herausgetreten sind, liegt vor dem Knopfe der Wirbelsäule, und da diese nach unten umgebogen ist, unter dem übrigen Hirne.

Untersucht man die Dicke der Hirnwand, so findet man, dafs sie im obern gewölbten Theile sehr unbedeutend ist, nach unten aber zunimmt, so dafs der untere Rand jeder Hälfte im vordern Theile des Hirns schon das Ansehn eines verdickten Fadens hat. Dieser Faden nun, der zukünftige Schenkel des grofsen Hirns, läuft um den Knopf der Rückensaite herum, und erreicht hier auf der Schädelbasis sein Ende in einer Verlängerung, die nach unten geht, und sich zum Trichter ausbildet. Dieser ist wohl das wahre ursprüngliche Ende vom Centraltheile des Nervensystems, und ein umgebogenes Ende der zuerst erschienenen Zelle. Aber es liegt nun (gegen Ende des zweiten Tages) vor dieser Zelle noch eine durch einen mittlern Einschnitt getheilte. Diese vorderste Doppelzelle halte ich jetzt, nachdem ich mich lange nicht habe orientiren können, für entwickelt aus den beiden Leisten, deren ich aus dem Anfange des zweiten Tages erwähnte (§. 2. *d.*), und für die Hemisphären. Hiernach werden die Hemisphären erst später entwickelt, aus der Zelle, welche ursprünglich die erste ist, und das vordere umgebogene Ende der Hirnschenkel, mit ihrer blattförmigen obern Ausbreitung, und den Trichter umfafst.

n. Sehnerve.

Der Kanal vom Hirn zum Auge ist nun auch mit einer dünnen Lage Nervenmark ausgekleidet, und somit ist auch der Sehnerve anfänglich hohl und unmittelbare Fortsetzung des Hirns.

o. Ohr und Hörnerve.

So wie in der ersten Hälfte des zweiten Tages das Auge aus der vordern Hirnzelle hervorgetrieben wird, eben so tritt in der zweiten Hälfte das Ohr aus dem verlängerten Marke hervor, als ein mit Nervenmark ausgekleideter hohler Cylinder, der die Rückenplatte an dieser Stelle etwas hervortreibt. Die Hervor-

treibung endigt aber nicht sphärisch, wie im Auge, sondern, wie es scheint, ist die äufsere Fläche etwas concav. Auf jeden Fall steht der vordere Rand der Auftreibung nicht mehr vor, als der hintere. Die Auskleidung von Nervenmark ist der Gehörnerv.

Von andern Nerven sah ich nichts.

p. Blutbildung.

Die Ausbildung des Blutsystems habe ich nicht in allen einzelnen Momenten verfolgen können. Nach Pander sollen schon sehr früh unter dem serösen Blatte dunkle Inselchen sich bilden, welche aus kleinen Kügelchen bestehen. Gegen die 20ste Stunde soll das inselartige wieder verschwinden und die ganze Fläche gleichförmig mit Kügelchen angefüllt seyn. Gegen die 30ste Stunde zeigen sich wieder zarte Risse zwischen den Kügelchen. Diese sammeln sich von neuem zu Inseln, welche zuerst eine gelbliche Farbe annehmen, dann nach und nach roth werden, und nun die von Wolff beschriebenen Blutinseln sind. Diese Inseln verlängern sich, werden schmaler, greifen mit ihren Enden in einander, und bilden ein röthliches Netz mit durchsichtigen Zwischenräumen. So entstehen zarte Ströme röthlicher Kügelchen, die sich nach ihrer verschiedenen Dicke in Aeste und Stämme einreihen. Der Zwischenraum zwischen diesen Strömungen wird unterdessen durch eine zarte Haut ausgefüllt.

Ich kann über die Blutbildung nur sagen, dafs in dem Gefäfsblatte am ersten Tage Bläschen entstehen, vom Bildungsgewebe zusammengehalten, dafs etwas später dunkle Körner sich zeigen, dafs dann zwischen diesen Körnern Risse sich bilden, welche die Körner wie Maschen umgeben. Den Inbegriff der Körner, welche von einer solchen Masche umgeben sind, nennt Pander eine Insel. In den Rinnen erkennt man bald eine Strömung, welche ich jedoch nur im durchsichtigen Fruchthofe sehen konnte, da der Gefäfshof zu dunkel ist, um so zarte Strömungen erkennen zu lassen. Im Gefäfshofe sieht man vielmehr eine Flüssigkeit in grofsen Massen sich ansammeln, sich röthen und dem blofsen Auge als Blutstropfen erscheinen, und zwar sah ich im Gefäfshofe schon Blutinseln, wenn ich im Fruchthofe noch keine Strömung entdecken konnte. Dagegen ist das, was im Fruchthofe zuerst fliefst, ungefärbt, und es bilden sich in demselben gar keine *rothen* Blutstropfen. Ja es schien mir, dafs zuerst Bewegung im Herzen sich findet, etwas später die Strömung in den Rinnen des Fruchthofes und zuletzt erst ein Hinzuströmen des rothen Blutes aus dem Gefäfshofe. So viel ist gewifs, dafs im Herzen einige Stunden hindurch eine ganz helle Flüssigkeit sich bewegt, die nicht etwa nur deshalb ungefärbt erscheint, weil ihre Quantität gering ist, denn zu derselben Zeit sind schon rothe, oder wenigstens gelbe Blutinseln im Fruchthofe, deren Durchmesser geringer ist, als die Weite des Herzens. Nicht ohne grofse Be-

denklichkeit gebe ich diese Darstellung als das Resultat meiner bisherigen Untersuchungen, da sie durchaus meinen Vermuthungen nicht entsprochen haben. Es schien nämlich vielmehr wahrscheinlich, dafs durch Zuströmungen aus dem Keimblatte das Herz zuerst mit Blut versorgt werde, deshalb möchte ich zu wiederholten Untersuchungen auffordern, denn die Blutbildung in warmblütigen Thieren zu erforschen, unterliegt fast unendlichen Schwierigkeiten, und nur sehr vielfache Beobachtungen können so viele einzelne glückliche Momente geben, dafs daraus eine vollständige und zuverlässige Geschichte dieser Bildung entworfen werden kann. Selbst die vielbesprochene Strömung des Blutes, ohne Kanäle, würde mir am Hühnchen nicht erweisbar scheinen, denn so oft ich auch Strömungen im durchsichtigen Fruchthofe sah, erkannte ich doch jedes Mal einen überaus zarten Schatten zu beiden Seiten der Strömung, der, wenn er auch nur die Grenze des benachbarten Bildungsgewebes andeutete, doch anzeigte, dafs das Blut in einer ausgefurchten Bahn sich bewegte. Dagegen habe ich an Eidechsen-Embryonen, deren Kreislauf man stundenlang beobachten kann, mit Bestimmtheit gesehen, dafs aus einer Schlagader für das Hirn sieben bis acht dünne Strömchen über die Wölbung dieses Organs flossen, und dafs, je nachdem jeder einzelne Herzschlag kräftiger oder schwächer war, die beiden hintersten Strömungen näher oder entfernter von den vordern verliefen, als entscheidenden Beweis, dafs durch ein halbflüssiges Bildungsgewebe hier das Blut ohne vorgezeichnete Bahn getrieben wurde.

q. Herzbildung.

Wir gehen zur Bildung des Herzens und der Gefäfsstämme über. Der ersteren glaube ich sehr vollständig gefolgt zu seyn. Gegen die Mitte des zweiten Tages scheint die dunkle Masse, die in der untern Wandung des vordern geschlossenen Theils des Embryo zusammengetrieben war, zu schwinden; indem diese Gegend hell wird. Untersucht man das vordere Körperende aber von der Seite, so bemerkt man eine stärkere Hervortreibung nach unten, also nicht Abnahme, sondern Vermehrung des Umfanges. Sehr bald sieht man auch Pulsationen und die Wandung des Herzens. Dafs das Herz aus der dunklen zusammengeschobenen Masse geworden ist, wird schon daraus ersichtlich, dafs die Schenkel jener Masse, deren äufserste Zipfel nicht hell geworden waren, jetzt Schenkel des Herzens sind. Die früheste Form des Herzens, die ich beobachtet habe, war nämlich folgende. Nach hinten, dicht am Umschlage des Schleimblattes, lief es nach beiden Seiten in zwei Schenkel aus, deren Anfang hohl zu seyn schien, die aber nach der Seite ganz unbestimmt sich in die Keimhaut verloren, ohne Gefäfse aufzunehmen, aber durchaus auch nicht mit offenen Mündungen, sondern von noch nicht aufgelöster Körnermasse begrenzt. Von dem Vereinigungswinkel der Schenkel

kel verlief ein ganz heller Kanal nach vorn, nicht gerade, sondern unregelmäfsig geschlängelt, weil der Raum ihm offenbar zu kurz war. Nach vorn verengerte sich der Kanal ein wenig und theilte sich in 2 äufserst dünne und zarte, ich möchte sagen, mehr angedeutete als ausgebildete Schenkel. Diese vordern Schenkel gingen etwas aus einander und zugleich nach vorn und nach oben, als ob sie die Dicke und die Rückenfläche der Rachenhöhle erreichen wollten, schienen sich aber im Bildungsgewebe, das das Vorderende der Wirbelsäule von unten verdeckt, mit unbestimmten Grenzen zu verlieren, noch ehe sie die Wirbelsäule erreichten. Im Herzen befand sich eine ganz helle Flüssigkeit, die durch Pulsationen bewegt wurde. Die Bewegung in dem Herzkanale war eine undulirende, von hinten nach vorn verlaufende, die sich durch lange Beschreibung unmöglich so deutlich machen läfst, als wenn ich sage, dafs die Art der Bewegung grofse Aehnlichkeit mit der Bewegung in dem Rückengefäfse der Insecten hat, wie man diese Bewegung in den Larven des Nashornkäfers schon von aufsen beobachten kann. Indem nämlich eine Contraction von hinten nach vorn verlief, sah man deutlich, dafs das enthaltene Blut, noch ehe die Contraction das andere Ende erreicht hatte, wieder zurücklief, eine Bewegungsart, welche in dem Herzen der Insecten den Streit erregt hat, ob die Bewegung von vorn nach hinten oder von hinten nach vorn geschieht, die aber nothwendig daraus hervorgeht, dafs, weil das Gefäfs geschlossen ist, oder nur enge Ausgänge hat, nur die von der Contraction zunächst gefafste Blutmasse vorwärts und eben deshalb die übrige Masse zugleich rückwärts getrieben wird. Hieraus schon kann man schliefsen, dafs das Herz in dieser Bildungsperiode, wenn es nicht ganz verschlossen ist, doch nur wenig Blut austreibt. Auch habe ich in dem durchsichtigen Fruchthofe keine Blutströmung nach dem Herzen hin entdecken können. Im Gefäfsraume war noch keine deutliche inselartige Ansammlung der Kügelchen. Die Lage des Herzens ist um diese Zeit ganz unter dem zukünftigen Kopfe, denn die Anlage des verlängerten Markes reicht nach hinten, wie wir bemerkten, bis an die Gegend, wo nach unten der Umschlag der Keimhaut ist. Die hintern Schenkel des Herzens liegen aber grade in diesem Umschlage. Hirn und Herz reichen also nach hinten gleich weit. Die vordern aus dem Herzen tretenden Schenkel gehen bis an den Knopf der Rückensaite, und nur sehr wenig ragt also nach vorn das Hirn über das Herz. In dieser Lage ist das Herz zu beiden Seiten umschlossen von den vordern Theilen beider Bauchplatten. Es scheint in seinem Raume sehr beengt und eben daher die geschlängelte Gestalt zu haben. Bei der Weiterbildung treibt das Herz die Bauchplatten wie ein Keil auseinander, und ragt nach unten heraus in Form eines Bruches. Die Schlängelungen des Herzkanals verwandeln sich nun sogleich in

Eine continuirliche Krümmung, welche schon jetzt nach rechts, zugleich aber noch mehr nach unten gewölbt ist. Nur die vordersten Enden der Bauchplatten, welche wirklich verwachsen waren, bleiben verbunden. Hinter diesen Stellen ist der Zwischenraum zwischen den Bauchplatten nur von der Keimhaut ausgefüllt, und zwar ist nur die vordere Hälfte des Herzens vom serösen Blatte bedeckt; die hintere Hälfte des Herzens liegt, da der Umschlag des serösen Blattes nicht so weit nach hinten reicht, zwischen dem serösen und dem Schleimblatte. Von der Kopfkappe ist aber das ganze Herz überdeckt, wenn wir die Kopfkappe nach dem Schleimblatte messen. (Vergl. Fig. IV.)

Das so hervorgetretene Herz ist weit deutlicher sichtbar, als früher. Sein Inhalt ist anfangs noch völlig ungefärbt. Ich habe die Bewegungen in ihm, etwa 2 bis 3 Stunden nach der früher beschriebenen Form, sehr deutlich gesehen. Sie sind nicht mehr undulirend, sondern von hinten nach vorn gehend beinahe in der ganzen Länge gleichzeitig und treiben den Inhalt wirklich heraus, so wie sie auch Blut aus den Venen, die in den Seitenzipfel des Herzens eintreten, aufnehmen. Nach jedem Austreiben des Blutes ist ein Moment der Ruhe. Dann dehnt sich das Herz in seiner ganzen Länge aus und saugt das Blut aus den Venen in einem langsamen Zuge ein. Darauf folgt eine kürzere Contraction. Da das Herz um diese Zeit in einem einfachen Bogen hervorragt, so geben seine Bewegungen das Bild einer sehr langsamen Infpiration mit kürzerer Exspiration. Diese Bewegungen hatten ganz das Ansehen, als ob die Aufnahme des Blutes das Primäre und Bedingende, die Ausstofsung desselben das Secundäre sey.

r. Bildung der Aorta.

Die beiden Kanäle, die aus dem vordern Ende des Herzens hervortreten, sind um diese Zeit ganz deutlich ausgebildet. Sie gehen, die Rachenhöhle umfassend, bis an die Decke derselben, d. h. bis an die umgebogene Fläche der Wirbelsäule, und krümmen sich hier an die vordere Grenze der innern Höhlung des Körpers nach oben, laufen an der untern Fläche des Rückgrats fort und vereinigen sich wahrscheinlich nachdem sie eine Zeitlang getrennt gewesen sind, was man freilich jetzt noch nicht nachweisen kann, da sie unter der Wirbelsäule alle Wandung zu verlieren scheinen, und ihr Inhalt zu hell ist, um sie nach diesem zu verfolgen, das Zusammenfliefsen ist aber noch vor dem Schlusse des zweiten Tages deutlich nachzuweisen. Es ist nach dem Frühern wahrscheinlich, dafs durch das Blut aus diesen beiden Gefäfsen erst allmählig eine Aorta ausgegraben wird, nachdem eine Zeitlang vielleicht das Blut sich unbestimmt im Bildungsgewebe verloren hatte. Wenigstens konnte ich in der erwähnten Bildungsstufe noch durchaus keine aus dem Fötus hervortretenden Arterien erkennen. Uebersieht man nun, wie die erste im Herzen bemerkliche Strömung

gegen das Vorderende des Hirns andrängt, wie dann das Blut sich eine Bahn längs der Basis des Schädels und der untern Fläche des Rückgrats ausgräbt, so scheint aus der Beobachtung selbst unmittelbar hervorzugehen, dafs das Blut vom Vorderende des Nervensystems angezogen und nach dem hintern Ende desselben fortgestofsen wird.

s. Weiterbildung des Herzens.

Die Umbildung, die das Herz bis zum Ende des zweiten Tages oder bis zur vollständigen Ausbildung des ersten Kreislaufes, mit der wir den ersten Zeitraum beendigen, erleidet, besteht darin, dafs seine Krümmung sich vermehrt, indem es noch weiter zwischen den Vorderenden der Bauchplatten hervortritt. Zugleich nähern sich seine beiden Enden ein wenig. Namentlich zieht sich das vordere Ende zurück. Das vorderste Paar der austretenden Arterienbogen ist jetzt leicht zu erkennen und steigt noch bis an die Decke der Rachenhöhle hinauf, schlägt sich also nicht sogleich um die verdauende Höhle, sondern steigt noch erst nach vorn, indem sich das vordere Ende des Herzens, welches zur Wurzel der Aorta wird, zurückgezogen hat. Aufserdem findet man im dritten Viertel des zweiten Tages noch ein zweites hinteres Paar am Gefäfsbogen, welches aus dem Herzen tretend hinter dem vorigen um den Anfangstheil der verdauenden Höhle sich bildet, und eben so zart werdend, wie früher das erste Paar, nach oben verschwindet. Am Ende des zweiten Tages scheint sich ein dritter Bogen hinter dem zweiten auf dieselbe Weise zu bilden. Die vermehrte Krümmung des Herzens ist am Ende des zweiten Tages mit der Convexität nicht nur nach unten, sondern schon sehr merklich nach rechts gerichtet. Genauer angegeben liegt der Zusammentritt der Venen ziemlich in der Mitte des Leibes. Von hieraus geht der durch die Verbindung derselben entstandene gemeinschaftliche Herzkanal anfangs ein wenig nach links, krümmt sich dann stark nach rechts, zugleich geht er zuerst nach unten und dann nach oben, und in dem ganzen Verlauf von hinten nach vorn. Das Herz bildet also einen nach unten und rechts vorragenden Bauch, und es ist ganz unrichtig, wenn Pander dem Herzen eine Krümmung nach links giebt, indem die Krümmung des hintern Endes nach links immer geringer ist, als die Krümmung nach rechts und die erstere sich schon am Anfange des folgenden Tages ganz verliert. Im Wesentlichen ist das Herz noch am Ende des zweiten Tages ungetheilt, indessen erkennt man doch schon in der äufsern Form die Spuren einer Abgrenzung der Kammern gegen den venösen Theil und gegen den Aortenwulst. Da die bestimmtere Ausbildung aber in die nächste Periode gehört, so werden wir dort die Art der Entwickelung angeben. Auch sieht man eine dunkle Linie in dem mittlern Theile des Herzens, deren Bedeutung auch erst später klar wird.

t. Bildung des übrigen Gefäfs-systems.

Das übrige Gefäfssystem hat bei seiner ersten Ausbildung folgende Gestaltung. Ein grofser Blutbehälter, nächst dem Herzen der weiteste Kanal für das Blut, hat sich in den beiden dunklen Halbbogen gebildet, welche den Gefäfshof gegen den Dotterhof begrenzen. Da beide Bogen einen Kreis bilden, der nach vorn immer einen deutlichen Einschnitt hat, zuweilen auch nach hinten einen weniger tiefen, so ist das Gefäfs auch ein kreisförmiges, aus zwei Bogenhälften bestehendes. Jeder Bogen ist nach hinten am dünnsten, nach vorn weiter. Dieser *Blutkreis* (sinus terminalis) ist lange ohne eigene Wand, eine blofse Lücke zwischen dem serösen und dem Schleimblatte; es ist aber unrichtig, dafs er nie eine eigne Wand bekomme, vielmehr ist am Ende der zweiten Periode die Wand leicht darstellbar, indem man das seröse Blatt abtrennt. In diesem spätern Zustande verdient er den Namen *Grenzvene* (vena terminalis). In dem Blutkreise sieht man am frühesten rothes Blut. In jedem Halbbogen ist die Aufnahme des zuströmenden Blutes in der Mitte, indem diese von den letzten Enden der Schlagadern erreicht wird. Die Bewegung des Blutes geht von der Mitte in einem stärkern Strom nach vorn, in einem schwächern nach hinten. Am vordern Ende treten aus dem Blutkreise eine Menge Blutadern hervor, die sich sammeln, so dafs sie bald in einem, bald in zwei Stämmen zum Embryo gelangen. Diese Verschiedenheit beruht nicht auf verschiedenen Entwickelungsstufen, sondern findet sich in allen Perioden bis zum Verschwinden des Blutkreises. Sind zwei Venenstämme da, so tritt jeder in einen Schenkel des Herzens ein. Ist nur ein Stamm gebildet, so geht er in den linken Herzschenkel, der rechte Schenkel ist dann doch nicht ganz ohne Vene. Es tritt nämlich eine kleine Vene von der rechten Seite aus dem Gefäfshofe in ihn ein, die durch ihre feinsten Zweige wohl mit dem Blutkreise in Verbindung steht, aber nicht als Stamm aus ihm kommt. So wie die eine oder das Paar vorderer Venen nach hinten gegen den Embryo herabsteigt, so verläuft dagegen eine etwas später sich entwickelnde aufsteigende Vene aus dem hintern Theile des Gefäfshofes nach vorn und senkt sich in den linken Schenkel des Herzens ein. Die beiden Schenkel sind überhaupt nichts als die doppelten Venenstämmchen, die alles Blut in das Herz führen. Es fliefst nun durch das Herz, durch eine gemeinsame Pulsation des Herzens fortgestofsen, in die zwei oder drei Bogen-Paare, kommt durch diese an die untere Fläche der Wirbelsäule, fliefst hier in zwei Armen fort, die endlich über dem Speisekanale in einen Stamm zusammenlaufen. Dieser Stamm der Aorta theilt sich bald wieder in zwei Aeste, welche ziemlich nahe zusammen liegend nach dem hintern Ende des Fötus verlaufen, vorher aber, in der Mitte des Verlaufs, fast im rechten Winkel einen Ast abgeben, der viel stärker als die nach dem hintern Ende ver-

laufende Fortsetzung ist, sich im Gefäfsraume verzweigt und mit seinem letzten Ende den Blutkreis erreicht.

Da das Herz noch ein fast ganz ungetheilter Kanal ist, so ist die Pulsation anfangs auch noch eine ununterbrochene in der ganzen Länge des Herzkanals, durch die Arterien bis in den Blutkreis. Am Schlusse des Tages, wo das Herz stärker gekrümmt ist, wird die Einheit der Pulsation weniger kenntlich.

u. Kopfkappe.

Die Bedeckung des Herzens hat sich unterdessen auch verändert. Die Umbeugung des serösen Blattes, welche in der ersten Hälfte des zweiten Tages lange still zu stehen schien, während der Umschlag der andern Blätter fortrückte, wodurch denn auch nur der vorderste Theil des Herzens in der 36sten Stunde vom serösen Blatte bedeckt war, geht im letzten Viertheil des Tages rasch weiter, so dafs am Schlusse diefer Periode fast das ganze Herz von unten einen Ueberzug vom serösen Blatte hat und nicht viel mehr als die Herzschenkel in der Umbeugung zwischen dem serösen und Schleimblatte liegt.

v. Schwanzkappe, Abschnürung des Embryo.

Da wir, mit Ausnahme des Nerven- und Gefäfssystems, die übrigen Veränderungen nur bis zur Mitte dieses Tages fortgeführt haben, so ist hier noch kurz zu bemerken, dafs, wie so eben gesagt wurde, die Kopfkappe mit allen ihren Schichten weiter nach hinten sich verlängert. Auch wölbt sie sich nach unten, während sie früher fast flach gelegen hat. Ihr gegenüber bildet sich am Ende dieses Tages, indem das Schwanzende nicht nur über die Verbindung des Embryo mit der Keimhaut hinaus gewachsen ist, sondern diese einen ähnlichen Umwurf am hintern Ende beginnt, wie schon viel früher am vordern, eine *Schwanzkappe,* die jedoch am Ende des zweiten Tages noch ungefähr so kurz ist, als die Kopfkappe am Ende des ersten Tages. Indessen wird hiermit hinten auch schon eine Grube durch das Schleimblatt gebildet — ein hinteres Ende des Speisekanals vom Embryo. Zugleich senken sich die Bauchplatten etwas, so dafs also eine Abschnürung des Embryo vom Keimblatte schon von allen Seiten eingeleitet ist.

w. Allgemeine Form des Embryo.

Die Form des Embryo ist nach der gegebenen Darstellung die eines umgekehrten Schuhes, in welche die Form des umgestülpten Blattes dadurch übergegangen ist, dafs das vordere Ende auf eine ansehnliche Strecke, das hintere auch schon auf eine ganz kurze umschlossen ist und die Seitenwände herabgebogen sind.

x. Trennung der Blätter in den Bauchplatten.

Der Vollständigkeit wegen führen wir nur noch an, dafs in den Seitentheilen eine Spaltung der Blätter beginnt und dafs aus der vordern Grenze der Kopfkappe eine Falte nach oben sich zu erheben anfängt (§. 5. *g.*). Die Bedeutung beider Vorgänge wird aber erst am dritten Tage klar.

y. Anlage zur Mundbildung.

Nach der Mitte des zweiten Tages sieht man hinter dem umgebogenen Ende der Rückensaite an der untern Fläche eine dunkle Bogenlinie. Es ist eine Art Narbe in umgekehrtem Sinne. In dieser Bogenlinie wird nämlich das Vorderende der Bauchplatten immer dünner, um am Anfang des folgenden Tages ganz aufzureifsen, um die Mundöffnung zu bilden.

z. Krümmung des Embryo.

Die Krümmung des Embryo nimmt in der ersten Hälfte dieses Tages wenig zu, in der zweiten krümmt sich das Kopfende so, dafs die Zelle für die Vierhügel die vorderste Spitze bildet.

aa. Veränderte Form des Fruchthofes.

Der Fruchthof ist schon im Anfange dieses Tages biscuitförmig geworden, indem bei Bildung der Kopfkappe ein Theil seiner vordern Hälfte sich an den Embryo gelegt hat, diese vordere Hälfte also schmaler erscheint, als sie früher war.

bb. Die Halonen schwinden.

Die Halonen waren am Anfange des Tages geschlängelt, und verlieren sich am Ende ganz wegen Zunahme der Flüssigkeit unter dem Embryo.

§. 3.

Allgemeiner Character der ersten Bildungs-Periode.

Die Geschichte der ersten Periode lehrt, dafs der Embryo ein zu höherer Selbstständigkeit erwachter Theil des Keimes ist, dafs, so wie seine Selbstständigkeit sich offenbart, der Typus der Wirbelthiere, Entwickelung aus einem Stamme nach oben und nach unten hervortritt, und dafs dann im animalischen Theile eine Gliederung als Hineinbildung des Typus der gegliederten Thiere sich zeigt.

Zweite Periode.

§. 4.

Vorbemerkung.

Die zweite Periode wird characterisirt durch den Kreislauf in den Dottergefäfsen, ohne Kreislauf in den Gefäfsen des Harnsackes, der erst am Ende dieser Periode vorbereitet wird, so wie der Kreislauf durch die Dottergefäfse am Ende der ersten Periode vorbereitet wurde. Die Grenze zwischen der zweiten und dritten Periode ist noch weniger genau zu bestimmen, als die zwischen der ersten und zweiten. Indessen scheint die naturgemäfseste Grenze in dem Momente zu liegen, wo der Harnsack so weit vorgetreten ist, dafs er die Schaalenhaut erreicht, und daher die Athmung übernehmen kann. Nach dieser Abtheilung umfafst der zweite Zeitraum den dritten, vierten und fünften Tag. In dieser Zeit steht also der Embryo mit der Keimhaut in lebhafterer Wechselwirkung, als früher, wo er sich nur von ihr abzugrenzen schien. Die Isolirung geht auch im zweiten Zeitraume fort, und erscheint räumlich als *Abschnürung*, d. h. als gesteigerte Form der Abgrenzung und als *Einhüllung* des Embryo.

§. 5.

Dritter Tag.

a. Allgemeiner Character.

Indem die Abschnürung des Embryo von der Keimhaut, welche schon in der ersten Periode begonnen hatte, während der zweiten Periode fortschreitet, wird durch sie die Bildung der Brust und des Unterleibes, so wie des Gekröses und des Speisekanals bewirkt. Die Erzeugung dieser Theile geht nur aus einer besondern Modification der Abschnürung hervor, welche schon am Ende des zweiten Tages auftrat, die aber erst am dritten Tage sich in ihren Wirkungen zu erkennen giebt, und die wir daher jetzt im Zusammenhange betrachten.

b. Untere Hälfte des Körpers. Bauchseite.

Vorher bemerken wir nur noch, dafs Brust- und Unterleibshöhle in der Entstehungsweise nicht verschieden sind, sondern gemeinschaftlich durch die Bauchplatten gebildet werden. — Da sie im Embryo mehr noch als im erwach-

senen Vogel eine gemeinsame ununterbrochene Höhle bilden, die unter der Wirbelsäule des Rumpfes liegt; so werden wir unter der Benennung: Bauchhöhle, beide zusammenfassen, und in dieser Brust- und Unterleibsgegend unterscheiden. — Da aber die Bauchplatten auch den Hals umschliefsen, und dieser ursprünglich hohl ist, so ist auch seine Höhlung von der Bauchhöhle nicht getrennt. Erst später schwindet seine Höhlung, indem das Herz zurücktritt.

c. Spaltung in den Bauchplatten.

Die Bauchplatten waren am Ende der ersten Periode noch fast in der Ebene des Keimblattes, jedoch schon nach der untern Fläche concav, und mit dem äufsern Rande tiefer stehend, als mit dem innern. Vom Schlusse des zweiten Tages an nimmt die Aushöhlung der Unterfläche des Embryo rasch zu, indem die Bauchplatten sich immer mehr mit ihrem äufsern Rande nach unten neigen. Zugleich aber erfolgt eine Trennung innerhalb der Bauchplatten. — Die Trennung besteht darin, dafs eine obere Lage von einer untern in der ganzen Breite der Bauchplatten bis zum innern Rande geschieden wird. Da dieser innere Rand bis an den Stamm der Wirbelsäule reicht, so geht also die Trennung bis an den Rand der Unterfläche der Wirbelsäule. — Sie erfolgt sehr rasch und die untere Lage vergröfsert ſich zugleich, wodurch sie nach unten sich wölben mufs, während sich etwas Flüssigkeit zwischen beide Lagen absetzt. Eine nothwendige Folge der Wölbung nach unten, oder vielmehr ein Begleiter derselben, ist der Umstand, dafs am Rande der Wirbelsäule der innere Rand der gelösten untern Lage, da sie hier angeheftet bleibt, sich immer mehr senkrecht stellt. Indem der senkrecht gestellte innere Rand sich zugleich verdickt, so erscheint er natürlich von unten oder von oben betrachtet nur als ein dunkler Streifen, indem das Uebrige der untern Lage fast durchsichtig ist. — Ferner wird es leicht verständlich, wie es das Ansehen habe, als ob der senkrechte, durch Dicke ausgezeichnete Randstreifen, wenn man seinen Uebergang in den durchsichtigern gewölbten Theil der untern Lage nicht berücksichtigt, aus den Seitenrändern der Wirbelsäule hervorgewachsen sey. — Dieses Ausdruckes hat sich denn auch Wolff zuweilen bedient, um die Sache anschaulicher zu machen, allein er hat so vielseitig und umständlich die ganze Metamorphose, so wie den Uebergang dieser Blätter in die nach unten gewölbte tiefere Lage der Keimhaut (Wolff's falsches Amnion) dargestellt, dafs jener Ausdruck nicht zu Mifsverständnissen hätte Veranlassung geben sollen. — Wolff hat die Metamorphose, die wir darzustellen angefangen haben, mit einer Sicherheit und Vollständigkeit beschrieben, welche gar keine wesentliche Unrichtigkeit zuliefs. — Leider aber hat er sich mancher Benennung bedient, welche für den Gegenstand nicht recht pafst, und daher zu falschen Vorstellungen führen konnte. So steht die Rinne, welche Wolff Darmrinne

nennt,

nennt, mit dem Darmkanale gar nicht in nächster Beziehung, sondern ist eine Lücke zwischen beiden später geschlossenen Blättern des Gekröses. Hierzu kommen noch seine vielfältigen Wiederholungen, welche mehr verwirren als aufklären. — Selbst Pander scheint über die Wolff'sche Darstellung, so wie über den eigentlichen Hergang in Zweifel geblieben zu seyn. *(Beiträge zur Entwickelungsgeschichte S. 22.)* — Ich habe es mir daher besonders angelegen seyn lassen, die Entstehungsweise des Gekröses und Darmes mit Genauigkeit zu verfolgen, und kann als Resultat dieser Bemühungen versichern, dafs Wolff's Darstellung nur an der Unvollkommenheit leidet, dafs er das Schleimblatt vom Gefäfsblatte nicht unterscheidet. — Fügt man diese Unterscheidung, durch welche Pander der ganzen Entwickelungsgeschichte Licht gegeben hat, noch hinzu, so sind alle einzelnen Angaben Wolff's richtig.

Wir wollen, um diese Metamorphose gehörig verstehen zu können, vorher noch einen Blick auf den Zustand des Embryo vor Beginn derselben werfen. — Wir haben an ihm einen Mitteltheil und zwei Seitentheile. Diese sind die beiden Bauchplatten; jener besteht nach oben aus den verwachsenen Rückenplatten, welche schon Rückenmark umschliefsen. Unter ihnen liegt die Rückensaite mit ihrer Scheide umgeben, von ungeformtem, nicht ganz lockerem, an die Basis der Rückenplatten anstofsendem Bildungsgewebe, als Grundlage der künftigen Wirbelsäule. Weiter nach unten ist die Aorta umgeben von einer durchsichtigen, lockern, der untern Fläche der Wirbelsäule lose verbundenen Masse von Bildungsgewebe. — Fragt man nun nach den ursprünglichen Schichten des Keimblattes, die alle in die Bildung des Embryo übergegangen sind, so findet man das Schleimblatt noch sehr dünn auf der ganzen untern Fläche vom Mitteltheile des Embryo ausgebreitet, und bei gehöriger Vorsicht und Uebung leicht trennbar, indem es überall nur durch ein wenig Bildungsstoff angeheftet wird. — Die Aorta, mit der hellen umgebenden Masse, welche die untere Hälfte des Stammes vereint, gehört wohl dem Gefäfsblatte an. In den Seitentheilen oder den Bauchplatten ist, so lange sie horizontal liegen, keine bestimmte Trennung der Lagen erkennbar. Indem sie sich aber am Ende des zweiten Tages herabkrümmen, entsteht in ihnen jene oben berührte Spaltung in eine obere und eine untere Lage. — In der untern Lage lassen sich wieder zwei Schichten deutlich erkennen, die jedoch immer an einander geheftet bleiben. Die untere ist das Schleimblatt, die obere ist dikker, durchsichtiger, enthält die Blutgefäfse, und wird von nun an als das eigentliche Gefäfsblatt von uns betrachtet werden, da es sich in das Gefäfsblatt des Gefäfshofes fortsetzt, obgleich wir es immer als durch Beobachtung noch nicht ent-

schieden müssen gelten lassen, ob die eigentliche Bauchplatte nicht auch dem ursprünglichen Gefäfsblatte (der ersten Zeit) ihren Ursprung verdankt.

In der obern Lage nämlich lassen sich jetzt auch zwei Schichten erkennen, die noch enger an einander gefügt sind, als die Schichten der untern Lage. — Es hat sich das seröse Blatt als eine Oberhaut etwas gesondert, von einer dickern, anfangs gefalteten, bald aber in sanfter Wölbung ausgebreiteten Platte aus dunklerem Bildungsgewebe. — Letztere ist die *eigentliche Bauchplatte*, aus der das fibröse System, die Knochen, Muskeln und Nerven der Bauchwände (mit Einschlufs der Brust- und der Halswände) sich erzeugen. Sie bilden also mit den Rückenplatten gemeinschaftlich den animalischen Theil des Rumpfes, während die abgelöste untere Lage den vegetativen Theil bildet. Diese am Schlusse des zweiten Tages in den Seitentheilen eintretende Trennung ist im Grunde nur eine Fortsetzung der schon früher in der Kopfkappe bemerklichen. — Sie geht während des dritten Tages rasch fort, so dafs bald die untere Lage stark nach unten gewölbt ist. — Die Wölbung wird noch dadurch vermehrt, dafs auch die eigentlichen Bauchplatten, indem sich ihre Faltung hebt, ihren untern Rand nach unten und innen krümmen. — Da aber unter der Wirbelsäule das Gefäfsblatt sich nicht ablöst, so hat das nach unten gerichtete Gewölbe eine tiefe, mittlere, rinnenförmige Einsenkung, welche Wolff die *Oeffnung des falschen Amnions* nennt, indem bei ihm der nach unten gewölbte Theil der Keimhaut, da er den Embryo gewissermafsen von unten verhüllt, das falsche Amnion heifst. — Es wird aber um diese Zeit, nach dem Gesagten, nicht der ganze Embryo verhüllt, sondern die untere Fläche der Wirbelsäule ist unverdeckt, und man könnte das falsche Amnion als aus zwei Gewölben gebildet beschreiben, wenn beide nicht vorn und hinten zusammenliefen. — Beide Gewölbe gehen nämlich vorn in die Kopfkappe und hinten in die Schwanzkappe über, was nothwendig so seyn mufs, da ja diese beiden Kappen auch nichts sind, als Theile der Keimhaut, welche Theile des Embryo von unten überwölben, und es ist nun ganz klar, dafs die Bildung der Kopf- und Schwanzkappe die Anfänge einer Metamorphose sind, welche jetzt allgemein ist, und den ganzen Embryo mit Ausnahme der Wirbelsäule verhüllt; man kann daher mit gröfstem Rechte die Seitentheile *Seitenkappen* nennen. Kopfkappe, Schwanzkappe und Seitenkappen sind die einzelnen Regionen des falschen Amnion oder einer *allgemeinen Kappe*. Mit diesem Namen belegen wir nämlich die ganze Wölbung der untern Lage der Keimhaut, welche Wolff das *falsche Amnion* nennt. Die letztere Benennung ist ohnehin von Pander für etwas ganz anderes gebraucht worden. Von der allgemeinen Kappe zeigt

Diese Spaltung ist eine Trennung in den animalischen und vegetativen Theil des Leibes.

Durch diese Trennung entsteht die Kappe oder Wolff's falsches Amnion.

uns Fig. VI. die Kopf- und Schwanzkappe im Längendurchschnitte, Fig. 6′ und 6″ aber die Seitenkappen im Queerdurchschnitte.

d. Gekrösplatten.

Wir bemerkten schon, dafs der innere Rand der abgetrennten untern Lage der Bauchplatten sich bald senkrecht stellt, und sich verdickt. Der verdickte Theil sondert sich durch zwei immer deutlicher werdende Winkel von den benachbarten Theilen ab, durch einen obern Winkel (Fig. 6′ *h.*) von der untern Fläche der Wirbelsäule, durch einen untern Winkel (oder den Wulst nach Wolff) (ebend. *i.*) von dem nicht verdickten, aber desto mehr gewölbten Theile des Gefäfsblattes. Der verdickte Streifen zwischen beiden Winkeln ist nichts anderes, als eine *Gekrösplatte.* Ziemlich rasch nämlich spitzen sich die untern Winkel beider Seiten zu und rücken zugleich gegen einander, bis sie sich erreichen. Bevor sie sich erreicht haben, bilden beide Gekrösplatten mit der untern Fläche der Wirbelsäule, die noch von dem nicht abgetrennten Theile des Gefäfsblattes bekleidet bleibt, — einen Halbkanal. Dieser ist es, den Wolff die *Darmrinne* nennt; sie ist offenbar nichts, als eine Weiterbildung seiner *Oeffnung des falschen Amnions.* Die Verbindung der beiden untern Winkel ist das, was Wolff die *Naht* nennt. Wolff irrt aber, wenn er glaubt, dafs vor der Bildung der Naht die *Lücke des Gekröses* (seine Darmrinne) völlig offen ist, und dieser Irrthum rührt daher, dafs Wolff das Schleimblatt nicht berücksichtigte. Dieses Blatt liegt nämlich nur so lange an der Wirbelsäule an, als die Gekrösplatten noch nicht senkrecht stehen. So wie aber die Gekrösplatten sich senkrecht stellen, wird die zarte Bindemasse zwischen dem Schleimblatte und den übrigen Lagen in der Mitte des Embryo immer lockerer, und das Schleimblatt steht daher ab. — Wenn nun die untern Winkel beider Gekrösplatten sich einander nähern, so schieben sie sich über dem Schleimblatte weg und lösen dieses immer mehr von der Wirbelsäule ab, so dafs nach gebildeter Naht keinesweges ein Theil des Schleimblattes in der nun geschlossenen Naht enthalten, sondern das ganze Schleimblatt von derselben hervorgetrieben ist. Es folgt daraus, dafs, so lange die Gekrösplatten noch nicht senkrecht stehen, der Halbkanal zwischen ihnen nach unten allerdings völlig offen und nach oben von der Schleimhaut ausgekleidet ist, dafs aber, wenn die untern Ränder oder Winkel der Gekrösplatten sich einander nähern, der Halbkanal nicht nach unten offen, sondern von dem hervorgetriebenen, sehr dünnen Schleimblatte überdeckt ist. Hieraus sieht man ferner, dafs, wenn nach Bildung der Naht die Lücke völlig umschlossen ist, sie von allen Seiten nur vom Gefäfsblatte umgeben ist. Es wird also dieser Kanal im Gekröse auf ähnliche Weise durch das Gefäfsblatt gebildet, wie oben der Kanal für das Rückenmark durch Verwachsung der Rückenplatten. Die Lücke im Gekröse ist dreiseitig eine Kante, ist nach unten gegen

die Naht gerichtet, zwei Flächen seitlich gegen die Gekrösplatten und eine Fläche nach oben gegen den Theil der Gefäfshaut, der an der Wirbelsäule angeheftet bleibt. Die Lücke verbleibt ziemlich lange unausgefüllt, wenigstens den ganzen dritten Tag hindurch, aber unter steter Veränderung, denn sie nimmt an Breite zu, aber an Höhe stets ab, bis sie ganz verschwindet. Die obern Winkel beider Gekrösplatten nämlich rücken nicht von der Stelle, gehalten durch die, unten zu besprechende, Bildung der Wolff'schen Körper, und da der Fötus immer breiter wird, so mufs die obere Fläche sich vergröfsern. Dagegen legen sich die Gekrösplatten, vom Augenblicke der Bildung der Naht an, immer mehr an einander, wobei sie in senkrechter Richtung zunehmen, so dafs in der zweiten Hälfte des dritten Tages die Platten in der Mitte des Leibes schon eine ansehnliche Höhe haben und also schon ein unverkennbares Gekröse bilden.

Diese Bildungsart des Gekröses stimmt nicht nur so vollkommen mit seinem Baue in erwachsenen Thieren, dafs sie schon dadurch an sich klar ist, sondern ist auch von mir so vielfältig in allen einzelnen Momenten gesehen, dafs darüber nicht der geringste Zweifel obwalten darf. Was die Untersuchung bei den verschiedenen Uebergängen sehr erleichtert, ist der Umstand, dafs die Veränderung nicht in der ganzen Länge des Fötus gleichzeitig erfolgt. Vielmehr rückt die Verwachsung d. h. die Bildung der Naht allmählig von vorn nach hinten fort, und vor der Mitte des dritten Tages findet man daher im hintern Theile des Fötus die Naht noch nicht gebildet, während in der Mitte sie da ist und nach vorn schon etwas Gekröse. Nach der Verwachsung der Gekrösplatten in ihrer ganzen Länge ist aber das Wachsthum des Gekröses etwas hinter der Mitte des Rumpfes bei weitem rascher, als in der übrigen Länge. Verfolgt man in der ersten Hälfte des dritten Tages die Gekrösplatten nach vorn bis in den schon umschlossenen Theil des Leibes, so sieht man, dafs hier über dem schon gebildeten Theile des Speisekanals ein eben solches sehr kurzes Gekröse ist, welches nur am vordersten Ende des Speisekanals aufhört; dafs die Platten des Gekröses sich, nachdem sie die Naht gebildet haben, nach unten aus einander begeben, den aus dem Schleimblatte gebildeten vordern Theil des Speisekanals umfassen und sich nach unten wieder vereinigen, so dafs also der schon geformte Theil des Speisekanals aus einer innern, von dem Schleimblatte gebildeten, und aus einer äufsern, von dem Gefäfsblatte erzeugten Röhre besteht. Wir sehen daraus, dafs dieser vorderste Theil sich auf eben die Weise früher gebildet haben mufs, die wir nun sogleich vom Darme näher beschreiben wollen, wo sie sich im Fortschreiten besser beobachten läfst.

ε. Darmplatten.

Wir kehren also wieder zu dem offenen Theile des Leibes zurück. Bis zur Schliefsung der Naht des Gekröses verhält sich das Schleimblatt ganz leidend.

Kaum aber ist dieses erfolgt, so wird es selbstständig. Nach geschlossener Naht erhebt sich nämlich auf jeder Seite ein schmaler Streifen des Gefäſsblattes mit dem Schleimblatte zugleich von neuem aus der horizontalen Ebene in die senkrechte. Beide Streifen stoſsen mit ihren obern Rändern an die Naht oder an das Gekröse, da während dieser Zeit die Naht sich in das Gekröse d. h. aus einer Linie in eine Fläche auszieht. Der untere Rand des sich erhebenden Streifens geht in einen Winkel in die (relativ) horizontale Fläche der Seitenkappen über. Beide Streifen sind an ihrer innern Fläche concav, an der äuſsern convex und umschlieſsen also einen Halbkanal, welcher der noch offene Darm ist. So wie früher der Theil des Gefäſsblattes, der sich abgrenzte zur Bildung der Gekrösplatte, um so mehr sich verdickte, je mehr er sich senkrecht stellte, eben so verdickt sich der neu sich abgrenzende Theil von oben nach unten, und diese Verdickung findet sich ebenfalls im Schleimblatte, wenn auch nicht ganz in demselben Maaſse, und beweiset eben, daſs das Schleimblatt nicht unthätig bei dieser Metamorphose ist. Es scheint vielmehr bedingend. Wir nennen nun diese beiden Streifen *Darmplatten*, und machen darauf aufmerksam, daſs sie aus dem Schleimblatte und dem Gefäſsblatte zugleich bestehen. Die Darmplatten nähern sich einander nach unten immer mehr, und bilden so eine ziemlich tiefe Rinne von der Mitte des 3ten Tages an. Wir nennen sie *Darmrinne,* da sie den nicht geschlossenen Theil des Darm- oder Speisekanals umfaſst. Alles scheint anzudeuten, daſs die Rinne sich bald in der ganzen Länge durch eine Naht schlieſsen will. Indessen erfolgt die Umwandlung des Halbkanals in ein geschlossenes Rohr nur allmählig und nicht durch eine mittlere Naht, sondern indem sich von den beiden Enden aus die schon geschlossenen Anfangs- und Endtheile des Speisekanals gegen die Mitte verlängern.

Während nämlich von den Seiten die Keimhaut sich gegen den Embryo wölbt, um mit ihren innersten Theilen in die Organisation des Embryo überzugehen, war dasselbe in der Längendimension von den beiden Enden aus schon früher erfolgt, wie uns die Abbildungen IV. V. und VI. versinnlichen werden. Wir wissen, daſs am Ende des 2ten Tages die Kopfkappe schon bedeutend war, und daſs auch mit dem hintern Ende der Embryo über seine Anheftung an das Keimblatt hinauswuchs, so daſs von unten aus betrachtet das hinterste Ende der Wirbelsäule durch den Umwurf der Keimblätter schon etwas verdeckt wurde. Die Stelle dieser hintern Umbeugung rückt nun während des dritten Tages immer mehr nach vorn. Eben so rückt die Umbeugung, welche die hintere Grenze der Kopfscheide bezeichnet, immer weiter nach hinten. Durch das Fortschreiten beider Umbeugungen wird immer mehr vom Gefäſs- und Schleimblatte nach innen gekehrt und wird durch diese Umkehrung unmittelbarer Theil des Speise-

kanals. Natürlich laufen die schon geschlossenen röhrenförmigen Theile mit offenen Mündungen gegen den noch ungeschlossenen mittlern Theil oder die Darmrinne aus. Die Wände der geschlossenen Enden des Speisekanals hören hier aber nicht auf, sondern biegen sich nach allen Seiten in die Kappe und die Keimhaut als ihre unmittelbare Fortsetzung um. Nur mit ihrer obern Wand gehen sie durch die Darmrinne unmittelbar in einander über. Der Eingang in den Mastdarm ist während des ganzen dritten Tages sehr weit, und der Mastdarm selbst ist in der ersten Hälfte des dritten Tages nur eine weite und tiefe Grube, ähnlich der Form der Rachenhöhle am Anfange des zweiten Tages. Am Ende des dritten Tages ist jener ein weiter, etwas gekrümmter Trichter, dessen stumpfes Ende fast ganz bis an die Spitze der Wirbelsäule reicht und hier bestimmt geschlossen ist, indem sich vom After noch keine Spur erkennen läfst. Da nun der hintere über der Verbindung mit dem Dotter hervorragende und verdünnte Theil des Embryo in Form eines kurzen Schwanzes herabgekrümmt ist, so scheint es, als ob der Darmkanal in den Schwanz hineinragte, im Grunde aber ist der wahre Schwanz noch gar nicht da, sondern wächst erst vom vierten Tage an über den Mastdarm hinaus, mit Ausnahme eines überaus kleinen Spitzchens, welches schon am Ende des dritten Tages sich zeigt. Der vordere Theil des Speisekanals ist am Anfange dieses Tages ziemlich weit, nur die zukünftige Speiseröhre enthaltend. Der Theil, der sich in der Mitte dieses Tages bildet, wird zum Magen, ist aber noch unmerklich weiter, als der am Ende desselben Tages sich bildende Anfang des Zwölffingerdarmes. Nur noch ungefähr ein Drittheil der ganzen Länge des Speisekanals hat am Schlusse des dritten Tages die Form einer Rinne: diesen ungeformten Theil nennt Wolff den Mitteldarm. Es ist aber der zukünftige ganze Dünndarm des Huhnes.

f. Speisekanal.

Wenn wir mit Wolff die Bildung der umschlossenen Enden des Speisekanals, um sie in ihren einzelnen Momenten verfolgen zu können, als eine Hineinstülpung der Kopf- und Schwanzscheide dargestellt haben, so versteht es sich von selbst, dafs diese Hineinstülpung nicht auf ganz mechanische Weise zu denken ist, wodurch die früher in eine Fläche ausgebreiteten Blätter der Keimhaut sich in Falten zusammenlegen müfsten, vielmehr ist diese Einstülpung mit einem organischen Wachsen verbunden; und man kann mit demselben Rechte sagen, dafs, nachdem durch die Enden der Rückensaite die Stellen für Mund und After bestimmt sind, beide Enden des Speisekanals aus den untern Schichten der die Dotterkugel umkleidenden Keimhaut herausgezogen würden, so dafs die Dotterkugel der gemeinschaftliche Mitteltheil beider Enden des Speisekanals ist, in welche beide übergehen. Noch richtiger ist es, wenn wir die Darmbildung mit

der vorhergehenden Gekrösbildung, so wie die Zusammenneigung der Bauchplatten als fortgehende Abschnürung des Fötus vom Dotter und dem ihn bekleidenden Keimblatte betrachten, denn die Verbindung zwischen beiden verengert sich bis zum Ende des 5ten Tages immer fort, nicht nur relativ zum wachsenden Fötus (was als ein bloſses Ueberwachsen des Fötus gedeutet werden könnte), sondern auch absolut. Im Grunde aber besteht die Metamorphose aus allen dreien Momenten zugleich. Daſs ein wirkliches Hineinstülpen des Keimblattes da sey, lehren die Gefäſsstämme, deren Einmündungsstellen immer mehr sich hineinziehen, so daſs z. B. die eintretenden Venenstämme am Anfange des dritten Tages ganz am hintern Rande der Kopffalte gerade eingehen, im weitern Verlauf des dritten Tages aber um den hintern Rand der Kopfscheide herum nach innen laufen müssen und, ganz verdeckt von ihm, zusammen münden. Daſs zugleich ein Ausziehen der Enden des Speisekanals Statt finde, sehen wir daraus, daſs die schon gebildeten Cylinder anfänglich weit sind, dann sich immer dünner ausziehen, und erst später und zwar da, wo sie nicht in Berührung mit dem noch nicht ausgezogenen Theile des Dotters sind, in sich selbst sich zu einer weitern Höhlung ausdehnen. Die Abschnürung lehrt, wie schon bemerkt wurde, die absolut kleiner werdende Communicationsöffnung zwischen Dotter und Fötus, und daſs dieses Verhältniſs im Grunde das vorherrschende ist, ergiebt sich wohl daraus, daſs hieran alle Schichten des Keimblattes und alle Theile des Fötus, die mit ihm verbunden sind, und zwar von allen Seiten in der Längen- und Queerdimension, zu gleicher Zeit Theil nehmen. Es bildet sich daher am Darmkanal keine untere Naht, weder im Schleimblatte noch im Gefäſsblatte, sondern es ist so, als ob eine unsichtbare Hand die Communication zwischen Embryo, Keimhaut und Dotter zusammenschnürte, wobei das, was vom Darme gebildet wird, nicht erst aus zwei Hälften erwächst, sondern sogleich ganz da ist.

g. Umhüllung des Embryo durch die allgemeine Kappe.

Das war es, was wir oben (§. 4. §. 5. *a.*) als die für diese Periode characteristische Abschnürung bezeichneten. Wir erwähnten aber zugleich der Einhüllung des Embryo. Diese geschieht auf folgende Weise. Indem die Blätter innerhalb der Bauchplatten sich von einander trennen und die untere Lage (Gefäſsblatt und Schleimblatt) sich blähend nach unten wölben, während der untere Rand der sich nach unten und innen bewegenden eigentlichen Bauchplatte sich über dem Gefäſsblatte grade so wegschiebt, wie die Gekrösplatte über dem Schleimblatte um die Naht zu bilden, hebt sich der äuſsere Rand der Seitenkappen über den untern Rand der Bauchplatte ungefähr bis zur Höhe der Rückensaite des Fötus, und geht erst in dieser Höhe in einem anfangs stumpfen, dann rechten, zuletzt spitzen Winkel in das übrige Keimblatt über. (Fig. 6′, 6″). In der Längendimension

war dieser Winkel am vordern Rande der Kopfkappe schon viel früher da. Er wird im Verlauf des dritten Tages spitzer und erhebt sich bis über das Vorderende des Kopfes. (Fig. VI. *t.*) An der Schwanzkappe tritt der Winkel, in welchem die Schwanzkappe hinten endet, erst im Verlauf des dritten Tages auf, etwas früher als der Winkel der Seitenkappen. Es bildet sich also ein scharfer Winkel im ganzen Umfange der allgemeinen Kappe, in Form eines elliptischen Ringes, in welchem das Keimblatt scharf umwendend aus der Kappe in seine übrige Fläche übergeht. Die Ebene dieses Ringes streift den Rücken des Embryo; der gröfsere Theil des Embryo liegt unter dieser Ebene, ist also in den Dotter eingesenkt. Der Ring verengt sich und verdeckt etwas die Seitenränder, Kopf- und Schwanzende des Embryo. Von unten angesehen ist der Embryo ganz verhüllt, von oben nur in seinem Umfange. Dadurch wurde Wolff veranlafst, diese Wölbung der Keimhaut, die wir die allgemeine Kappe genannt haben, um es sogleich deutlich zu machen, dafs die Kopfkappe nur der Anfang dieser Bildung war, das *falsche Amnion* zu nennen.

Die Umhüllung, die der Embryo durch die Kappe von unten erhält, ist die Vorbereitung zur Bildung einer vollständigen Einhüllung durch das wahre Amnion. Die Kappe enthält nämlich schon einen Theil des Amnion und bald bildet sich auch der übrige auf folgende Weise.

h. Einhüllung durch das wahre Amnion.

So wie die Kappe sich in jedem einzelnen Theile zu bilden anfängt, enthält sie alle Schichten des Keimblattes. Bald aber zeigt sich die oft besprochene Trennung der Blätter. So wie sich der scharfe Winkel des Umfangs der Kappe gebildet hat, ist auch schon die Trennung bis dahin gediehen, und nun erhebt sich das seröse Blatt selbstständig in eine Falte, die wir die *Amnionsfalte* nennen. Die Basis der Amnionsfalte ist der elliptische Ring, den der Winkel der Umbeugung bildet. Die Falte erhebt sich aber natürlich nicht im ganzen Umfange zugleich, da die Kappe selbst und der Winkel nicht gleichzeitig sich ausbilden. Zuerst tritt sie am Vorderende der Kopfkappe auf, und die bogenförmige Falte, die wir schon am 2ten Tage (§. 2. *x.*) vor dem Kopfe des Embryo bemerkten, ist der Anfang dieser Bildung. Diese vordere Falte zieht sich ziemlich rasch über den Kopf und Hals, und da sie eine Erhebung des serösen Blattes aus der vordern Grenze der Kopfkappe ist, so wird erst jetzt aus der Kopfkappe eine *Kopfscheide,* welche den Kopf umhüllt, unten aus der Kopfkappe (Fig. VI. *pr*), oben aus der Amnionsfalte (*rt*) bestehend. Im Anfange des dritten Tages tritt ihr entgegen eine ähnliche Falte aus dem hintern Ende der Schwanzkappe, und verwandelt diese in eine wahre *Schwanzscheide.* Bald erhebt sich nun auch die Falte von der Seite aus den Rändern der Seitenkappen, indem die Schenkel der vordern und hintern Fal-

Falten sich gegen einander verlängern und sich erreichen. Schon vor der Mitte des dritten Tages hat man also eine zusammenhängende elliptische Falte, die sich erhebt und zugleich nach oben immer verengt, wodurch sie einen Sack um den Fötus beschreibt, der sich allmählig schliefst und nichts Anderes ist, als das wahre *Amnion*. Zwar habe ich schon Eier untersucht, bei denen das Amnion am Ende des dritten Tages ganz geschlossen war, indessen glaube ich doch als Norm annehmen zu müssen, dafs, auch ohne alle Verzögerung in der Entwickelung, am Ende des 3ten Tages das Amnion gewöhnlich noch eine Oeffnung von einer Linie Länge, und zwar über dem Lendentheile des Rückens behält, da das Amnion vom Kopfe aus nicht nur am frühesten anfängt sich zu entwickeln, sondern auch am raschesten damit fortfährt. Indem sich die Oeffnung immer mehr verengt, sieht man an ihrem vordern und hintern Ende eine kurze Narbe, so dafs es scheint, es sey hier eine wahre Verwachsung.

Die Basis der Amnionsfalte sitzt auf dem Umfange der Kappe. Da sie aus dem serösen Blatte der Keimhaut gebildet wird, so ist es natürlich, dafs, wenn wir von den Seitenwänden aus die innere Lamelle der Amnionsfalte verfolgen, wir an dem serösen Blatte fort bis zu der anliegenden Bauchplatte gelangen. (Fig. 6″.) Eben so läfst sich eine Continuität der innern Lamelle der Falte überall durch das seröse Blatt bis zum Umfange des Fötusleibes erkennen, wir mögen von vorn, von hinten, oder von der Seite ausgehen. So finden wir den Umfang des Ueberganges von der äufsern Fläche des Fötus in das seröse Blatt der Keimhaut, und es ist klar, dafs, wenn durch irgend einen Umstand entweder die Basis der Amnionsfalte oder die äufsere Lamelle dieses Blattes unkenntlich würde, man noch augenscheinlicher den Zusammenhang des Amnions mit dem Fötus erkennen, und den ganzen Theil des serösen Blattes vom Rande der Falte an bis zum Fötus als zum Amnion gehörig ansehen würde. Ein solcher Umstand tritt aber später wirklich ein, und das Amnion, wie es später selbstständiger erscheint, besteht dann nicht blofs aus der Amnionsfalte (Fig. VI. *r t*, *s u*), die am 3ten Tage hervorwächst, sondern auch aus dem Theile, der schon früher da war (*p′ r*, *q′ s*). Da der Uebergang des Fötus in das seröse Blatt sich eben so wohl abschnürt, als seine Uebergänge in andere Blätter, so rückt mithin die Umbeugung von allen Seiten näher zusammen. So war am Ende des vorigen Tages der hinterste Theil des Herzens noch unbedeckt vom serösen Ueberzuge und lag zwischen dem serösen Blatte und dem Schleimblatte. Im Verlaufe des dritten Tages wird durch Fortrücken der Umbeugung nicht nur das Herz ganz von einem serösen Ueberzuge bedeckt, sondern dieser geht noch hinter das Herz und bekleidet den obersten Theil der zukünftigen Brustgegend. Eben so wird der hinterste Theil der Unter-

leibsgegend von einem serösen Ueberzuge bedeckt. Von der Seite rückt zwar der Uebergang auch näher zusammen, da aber die Bauchplatten sich anfänglich gefaltet hatten und erst allmählig aus der Faltung sich nach aufsen stellten, so fehlt noch eine aus dem serösen Blatte gebildete seitliche Wandung.

i. Krümmung des Embryo.

Während diese Abschnürung und Umhüllung sich bildet, bleibt der Embryo nicht gerade, sondern er krümmt sich in doppelter Hinsicht. Wir erinnern uns, dafs schon am ersten Tage das vorderste Ende der Rückenplatten vor und nach der Verwachsung sich über den Knopf der Rückensaite hinüber bog, dafs am zweiten Tage der hintere Theil des Kopfes bis zum Ende des verlängerten Markes eine leichte Krümmung nach unten erhielt. Diese Krümmung nimmt vom Anfange des dritten Tages an rasch zu. Die Folge davon ist, dafs das vordere Ende des Fötus tiefer nach unten geschoben wird, und damit hängt die stärkere Wölbung der Kopfkappe nach unten zusammen. Zugleich schiebt sich immer mehr von dem Rücken über und an den Knopf der Rückensaite. Am Ende des 2ten Tages stand nur die vorderste Hirnblase oder das grofse Hirn und nicht einmal vollständig vor dem Knopf der Rückensaite. Im 3ten Tage geht auch die zweite Hirngegend darüber weg, und der vordere Rand der Vierhügel erreicht beinahe den Knopf. Mehr aber noch als die vordere Kopfgegend rückt der hintere Theil des künftigen Kopfes, der am zweiten Tage äufserlich von dem übrigen Rücken gar nicht zu unterscheiden war, nach vorn, was man am deutlichsten an dem nach vorn rückenden Ohre erkennt. Eine Folge davon ist, dafs die Kopftheile sich immer mehr zusammendrängen, und nun erst die Form eines Kopfes annehmen. Am Anfange des 2ten Tages ist die erste Hirnblase, der dritte Ventrikel mit dem Trichter, der vorderste Theil des ganzen Embryo hervorgetreten; am 3ten Tage bildet die Blase der Vierhügel das vordere Ende, das aber allmählig auch nach der Bauchseite sich bewegt, indem am Ende des dritten Tages auch schon eine Krümmung im Nacken bemerklich wird, die aber erst am 4ten Tage sich mehr ausbildet. Zugleich krümmt sich auch das Hinterende des Körpers nach unten.

k. Drehung nach der Seite.

Im Vorderende ist ferner die Krümmung eine doppelte, denn wenn sie auch als eine Krümmung nach unten beginnt, so verbindet sich doch sehr bald mit ihr eine Drehung auf die linke Seite, so dafs die Spitze des Kopfes sich nach der rechten Seite des Fötus dreht. Die Drehung beginnt am Kopfe und rückt allmählig fort, so wie der Fötus sich schliefst. Der offene Theil des Leibes ist den dritten Tag hindurch noch gerade, oder, ehe der Schwanz sich auf die linke Seite dreht, *S*förmig gebogen, auf dem Bauche liegend.

Das Drehen des Embryo auf seine linke Seite ist ein sehr wichtiges Moment in der Bildungsgeschichte des Fötus, denn mit ihm hängen viele Veränderungen, namentlich die Metamorphose des Herzens auf das innigste zusammen. Die linke Seite des Embryo zeigt schon bei Entwickelung des Kreislaufes eine physiologische Verschiedenheit von der rechten, denn sie ist im Verhältnifs zu dieser die receptive, aufnehmende Seite. Die aufsteigende Vene steigt am linken Rande des Fötusleibes in die Höhe und geht von links nach rechts in den Fötus ein. Sind zwei herabsteigende Venen da, so ist doch die linke stärker und hat ein weiteres Flufsgebiet, wie man wohl den Umfang der Körpergegend nennen kann, aus welchem das Venenblut aufgenommen wird, als die rechte absteigende Vene. Ist nur eine solche Vene, so ist es eben die linke, und auf der rechten Seite bildet sich erst allmählig eine kleine analoge, welche das Blut aus der Kopfscheide aufnimmt. Von der linken Seite strömt nämlich nicht nur das Venenblut ein, sondern auch die Eingänge in den Speisekanal, besonders der vordere, stellen sich immer mehr links, und der ganze offene, rinnenförmige Theil des Speisekanals liegt mehr links, und nach der Drehung liegt der ganze Dotter an der linken Seite des Vogel-Embryo.

Wie wichtig dieses Verhältnifs seyn mufs, sieht man daraus, dafs in allen Thieren, bei denen der Dottersack nicht gleich anfangs vom animalischen Theil umwachsen wird, wozu immer eine ursprüngliche Ausdehnung des Keimblattes gehört, sondern der Fötus vom Dottersacke auf kürzere oder längere Zeit sich abschnürt, der Dottersack an der linken Seite des Fötus liegt, so der Dotter bei Eidechsen, Schlangen, Vögeln, so die Nabelblase in allen Säugethieren, die ich bisher im Embryonenzustande zu untersuchen Gelegenheit hatte. Unter mehreren hundert Embryonen des Huhnes fand ich nur zwei, welche die rechte Seite dem Dotter zugekehrt hatten. In dem einen war die Drehung noch nicht weit vorgeschritten, und das Herz hatte ganz die gewöhnliche Form und Lage, so dafs ich zweifelhaft bin, ob diese falsche Wendung sich nicht noch aufgehoben hätte. In dem andern Falle aber hatte schon der halbe Fötus sich auf die rechte Seite gedreht, die hintere Hälfte war nicht ganz gerade, sondern eigenthümlich gedreht, als ob sie eine Gewalt erlitten hätte. Das Herz war hier ganz umgekehrt gestellt; die Vorkammer lag nach rechts, die Wölbung der Kammern nach links, und so war in allen seinen Theilen das umgekehrte Verhältnifs der Lage, die wir als die normale beschreiben werden. Ich kann daher nicht zweifeln, dafs hier ein Situs inversus sich zu bilden angefangen habe. Etwas häufiger fand ich bei Säugethier-Embryonen, namentlich in Schweinen, wo das Ei des Fötus, nicht durch eine harte Schaale eingeschlossen, mehr durch die äufsern Umgebungen in

der Entwickelung der ihm eigenthümlichen Raumverhältnisse gehindert wird, die Nabelblase nach rechts liegen, etwa in 12 Fällen einmal, aber nie ohne dafs die Nabelblase eine verdrehte Form hatte, indem beide Zipfel derselben nach demselben Ende des Eies hinliefen.

i. Gefäfssystem am Anfange des dritten Tages.

Von diesen Betrachtungen nehmen wir Veranlassung, zur Metamorphose des Gefäfssystems während des dritten Tages überzugehen, da auf dieses System die Drehung den gröfsten Einflufs ausübt.

Während des dritten Tages nun erweitert sich nicht nur der Gefäfshof, sondern die Grenzvene tritt immer stärker hervor. Es mehrt sich auch sichtlich die Zahl der Blutgefäfse im Gefäfsraume. In die Gegenden, welche ursprünglich fast nur von Venen besetzt waren, in die Kopfkappe und das vordere und hintere Ende des Gefäfsraumes, verzweigen sich die Arterien, und in den Seitentheilen des Gefäfsraumes bilden sich neue Venen, die sich auf der linken Seite in die aufsteigende Vene ergiefsen, auf der rechten Seite aber einen eignen kleinen Stamm bilden, der, da er nicht das Blut aus dem hintern Theile des Gefäfsraumes empfängt, niemals die Gröfse der aufsteigenden linken Vene erhält, und mit der rechten absteigenden Vene dicht vor ihrem Eintritt in das Herz sich verbindet. Beide Venenstämme der linken und rechten Seite treten in einen gemeinsamen Stamm zusammen, der schon das hintere Ende des Herzens ist; denn jene Stämme sind dasselbe, was wir im 2ten Tage die Herzschenkel (§. 2. *q.*) genannt haben. Dieser gemeinschaftliche Stamm wird erst im Verlaufe dieses Tages durch Entwickelung der Leber vom eigentlichen Herzen getrennt, erscheint aber im Anfange noch als integrirender Theil desselben, so wie er nach hinten unmittelbar in die beiden Herzschenkel sich auszieht.

Wir wissen, dafs am Ende des 2ten Tages das Herz selbst noch die Form eines Kanals hat, dessen Anfang in der Mittellinie der Bauchfläche liegt, der sich von hier unter steter Erweiterung zuerst ein wenig nach links und dann stärker nach rechts, zugleich aber nach unten krümmt. Von der Stelle der stärksten Convexität nach rechts und unten nimmt die Weite dieses Kanals wieder ab und er geht wieder nach links und oben, theilt sich dann schon am Anfange des dritten Tages in vier Paar Bogen, von welchen der erste dicht am hintern Rande der nun geöffneten Mundspalte verläuft und den stärksten Blutstrom aufnimmt, der hinterste aber so schwach ist, dafs er nur mit grofser Sorgfalt erkannt wird und von dem durchschiefsenden Blute noch nicht geröthet erscheint. Zwischen den Gefäfsbogen verdünnt sich die Körpermasse in den bis zum ersten Bogen reichenden Bauchplatten, und so entstehen allmählig drei Paar Spalten, und zwar die beiden vordern zuerst, dann die dritte. Die Spalten gehen durch bis in die

innere verdauende Höhle, den Anfang des Speisekanals, der sich zur Rachenhöhle bildet. Da während des zweiten Tages bestimmt noch keine Spalten bestehen, sondern diese sich mit dem Uebergange in die zweite Periode durch Trennung bilden, so ist es nothwendig, dafs sie anfänglich im Wachsen begriffen sind, sie nehmen aber an Breite so zu, dafs sie die Gefäfsbogen unmittelbar erreichen, vielmehr befinden sich die Blutgefäfse in sichelförmigen Abschnitten der Bauchplatten, die nach aufsen convex und breiter, nach innen concav und schmaler sind. Wir nennen sie mit ihrem Entdecker Rathke *Kiemenbogen*, da ihre Uebereinstimmung mit den Kiemenbogen der Fische durch den Gefäfsbogen augenscheinlich ist. Der vierte Kiemenbogen ist also mit der übrigen Bauchplatte noch in unmittelbarem Zusammenhange. Die Spalten sind ursprünglich beinahe parallel und senkrecht gegen die Rückensaite als Achse des Körpers gerichtet.

Kiemenbogen.

Die vier Gefäfsbogenpaare treten aber an der untern Fläche der Wirbelsäule nicht unmittelbar in einen Aortenstamm zusammen, sondern die Bogen jeder Seite vereinigen sich zu einem Gefäfse, das wir eine *Aortenwurzel* nennen wollen, und beide Aortenwurzeln vereinigen sich erst eine ziemliche Strecke hinter dem vierten Bogen (es ist immer noch vom Anfange des dritten Tages die Rede) in einen gemeinschaftlichen Stamm, die *Aorta.* Der Stamm theilt sich sehr bald wieder und vertheilt sich auf die am Schlusse des zweiten Tages angegebene Weise.

Es wird Zeit seyn, die einzelnen Theile des Gefäfssystems zu benennen, oder, was dasselbe ist, mit dem spätern Zustande desselben zu vergleichen. Sämmtliche Venen kommen aus der dem Dotter zugekehrten Keimhaut und sind Dottervenen. Schleimhaut und Gefäfsblatt sind aber der werdende Darmkanal mit dem Gekröse, denn wenn auch anfänglich nicht diese ganzen Blätter Darm zu werden scheinen, so geschieht es doch später. Die Venen sind also *Nabel-Gekrösvenen,* Venae omphalo-mesentericae. Da der schon geformte Theil des Speisekanals noch keine eigenen Venen zeigt, überhaupt dieser Theil auch der Hals- und Brustgegend angehört, so sind sie auch das gesammte *Pfortadersystem.* Venen im schon geformten Fötus lassen sich noch nicht unterscheiden. Es beschränken sich also sämmtliche Venen dieser Zeit nicht nur auf das Pfortadersystem, sondern auch auf den Theil desselben, der vom Darm und Gekröse kommt. Diese Pfortader geht auch nicht nur unmittelbar in das Herz, sondern ihr kurzer Stamm ist eben von dem aufnehmenden Theile des Herzens noch gar nicht unterschieden. Am Herzen selbst ist die stärkste Wölbung, die zukünftige Spitze. Man kann also mit Recht sagen, dafs die Spitze des Herzens nach rechts gekehrt ist. Ein Unterschied zwischen der Herzkammer und dem venösen Theile,

oder der künftigen Vorkammer, so wie zwischen jener und dem Aortenwulst, ist auch noch gar nicht deutlich, wenn auch der weitere Verfolg lehrt, daſs aus dem gewölbten Theile die Kammer wird. Dagegen sieht man im Innern dieser Hauptwölbung einen dunkeln Streifen, den ich lange für zurückgebliebenes Blut angesehen habe, in welchem ich aber endlich den feinen Rand einer im Innern befindlichen Falte erkannte. Es ist die zukünftige Scheidewand der Herzkammern, welche schon aus dem zweiten Tage stammt (§. 2. *r.*), und schon bei der ersten Entstehung des Herzens, wenn nicht gebildet, doch veranlaſst seyn muſs. Es ist also nicht eine linke Kammer zuerst da, sondern eine Kammer, welche beide zukünftige einschlieſst. — Ueber die Bedeutung der Arterien ist wenig mehr zu sagen, als daſs die beiden groſsen aus dem Embryo tretenden Aeste die Nabel-Gekrösschlagadern, Arteriae omphalo-mesentericae, sind.

m. Weiterbildung des Gefäſssystems.

Die Weiterbildung, welche das Gefäſssystem im Verlaufe des dritten Tages erfährt, besteht auſser den Veränderungen im und am Herzen darin, daſs, nachdem die Venen in den Seitentheilen des Gefäſshofes sich vermehrt haben, die Stämme, in welche sie gesammelt werden, sich immer mehr an die Arterienstämme anlegen. So liegt neben jeder Gekrösschlagader eine Vene, welche in queerer Richtung auf den Embryo zu verläuft. Am Rande des sich bildenden Darmes und Gekröses tritt jede derselben in die benachbarte aufsteigende Vene. Am linken Rande liegt die ursprüngliche aufsteigende Vene, die aus dem hintern Ende des Gefäſsraumes kommt. Am rechten Rande hat sich der gemeinschaftliche Stamm einer andern aufsteigenden Vene gebildet, die ein kleineres Fluſsgebiet hat und daher enger ist. Alle vier Venen ahmen offenbar die Verzweigung der Aorta nach. So bildet sich allmählig der erste Kreislauf um. Da die Umbildung aber nicht sehr auffallend ist und nur eine unmittelbare Weiterbildung, so wollen wir sie die zweite Form des ersten Kreislaufes nennen. Vollendet wird diese Umbildung erst am 4ten Tage, denn am Ende des 3ten liegen die Seitenvenen nur mit ihren Verzweigungen an den Arterien mit den Stämmchen etwas vor denselben. Ueberhaupt nehmen in der Keimhaut die Arterien eine tiefere Lage ein, als die mehr nach oben liegenden Venen, so daſs die Gekrösschlagadern unter den aufsteigenden Venen weggehen, um in den Gefäſsraum zu kommen, während in den Hauptstämmen das Verhältniſs umgekehrt ist, da die Aorta an die Wirbelsäule angeheftet ist, die Venen aber in dem noch nicht zum Gekröse vereinigten Theile des Gefäſsblattes liegen. Auch ihr gemeinschaftlicher Stamm, der am Ende des dritten Tages selbstständiger und länger ist, liegt unter dem Speisekanal, während die Aorta immer über ihm liegt. — In der Aorta verlängert sich der Stamm, und die Theilungsstelle rückt also immer tiefer herab, die letzten Enden

der Aorta verlieren sich auf den im Verlauf des dritten Tages entstehenden Harnsack (Allantois). Endlich wird das Gefäfssystem wesentlich dadurch verändert, dafs die Aorta sich in den Leib des Fötus verzweigt (zuerst läfst sich die Entstehung der Carotiden erkennen), und dafs eben so Venen im Embryo sich bilden, von denen die Drosselvenen am Ende des dritten Tages schon sehr deutlich sind. Wir verweisen aber die nähere Betrachtung der Körpergefäfse auf den vierten Tag, wo sie mehr im Zusammenhange betrachtet und verständlicher gemacht werden können, nachdem von den Umbildungen des Herzens und seinen Umgebungen gesprochen ist, und brechen hier nur mit der Bemerkung ab, dafs am Ende des dritten Tages, also aufser der Pfortader, schon ein Körpervenensystem da ist.

n. Umbildung des Herzens.

Das Herz ist mit seinen Ein- und Ausgängen so steten Umänderungen unterworfen, dafs es von einer Stunde zur andern Verschiedenheiten erkennen läfst. Da die Veränderungen mannigfaltig und gleichzeitig sind, so mufs man, um sie im Einzelnen zu verstehen, sie sogleich in ihren allgemeinsten Resultaten überblicken.

Diese bestehen *erstens* darin, dafs das Herz mit seinen Anhängen sich immer mehr nach hinten zurückzieht. Da zu gleicher Zeit die über der Rückensaite liegenden Theile sich nach vorn schieben, so wird das Lagerverhältnifs des Herzens zum Hirne ganz umgeändert. Während nämlich das Herz in seiner ersten Bildung ganz unter dem Hirne lag und grade so weit nach hinten reichte, dafs das Hirn diese Lage noch am Ende des zweiten Tages nicht sehr verändert hatte, liegt am Ende des dritten Tages nur das vorderste Ende des Herzens, in so fern man die Aortenzwiebel als solches ansehen kann, unter dem verlängerten Marke als hinterstem Ende des Gehirns. Rechnet man die Aortenzwiebel nicht mit zum Herzen, so liegt das ganze Herz hinter dem Hirne.

Zweitens schiebt sich das Herz in seinen einzelnen Theilen zusammen, während es sich zurückzieht, so dafs die vordern Theile sich mehr zurückziehen, als die hintern. Ja der aufnehmende Theil rückt sogar weiter nach vorn. Eine Folge davon ist, dafs die Mitte des Herzens weit mehr nach unten hervorgetrieben wird, und am Ende des dritten Tages wie ein weiter Kropf, nur bekleidet vom serösen Ueberzuge, zwischen dem Vorderende der Bauchplatten hervorragt, seiner allgemeinen Richtung nach, dem Kopfe parallel.

Drittens zieht sich das aufnehmende Ende des Herzens, während der Leib sich immer mehr schliefst und auf die linke Seite dreht, nach links hin. Nach dem ersten Viertel des dritten Tages ist schon diese linke Lage sehr deutlich und nimmt bis zum Ende dieses Tages immer mehr zu. Eine Folge davon ist, dafs

die Krümmung, welche das Herz ursprünglich von der Schenkelverbindung aus nach links machte (§. 2. *s.*), bald aufhört und die Beugung nun ganz nach rechts geht. Sie geht so weit, dafs die Wölbung der Umbeugung nicht blofs nach unten, sondern auch sehr stark nach rechts vorragt, aber unter fortgehender Veränderung, so dafs sie anfangs mehr nach rechts, nachher mehr nach unten und etwas nach hinten gekehrt ist.

Viertens scheidet sich das Herz in differente Abtheilungen. In der Mitte des zweiten Tages habe ich noch keine Begrenzung zwischen Herzzipfel und seinem Mitteltheile, den ich Herzkanal genannt habe, so wie zwischen diesem und dem nach vorn austretenden Bogen erkennen können. Das Herz ist durchaus nur der Zusammentritt der Gefäfse und organisirt nie die Gefäfse. Am Ende des zweiten Tages aber werden drei Abtheilungen angedeutet (§. 2. *s.*), deren Abgrenzung immer deutlicher hervortritt. Mit dem Anfange des dritten Tages wuchert nämlich die convexe Seite der Hauptkrümmung im Ansatz neuer und zwar dunklerer Masse. Diese Masse, die in späterer Zeit immer mehr anschwillt, schwammig aussieht und endlich aus verwebten Fäden besteht, ist die zukünftige Muskelmasse der Herzkammer. Sie ist schon sehr früh scharf begrenzt, endet nach vorn und hinten mit einer kleinen Vorragung und nimmt nur die convexe Seite ein, so dafs die concave noch ganz die einfache Gefäfsform und Durchsichtigkeit behält. Eben diese Begrenzung giebt mehr die Ansicht vom Hinzutritt einer neuen Bildung, als von Verdickung einer schon bestehenden. Diese Bildung bezeichnet die künftige Kammer und enthält schon beide, da die innere Falte von der convexen Seite sich immer deutlicher erhebt. Später verdickt sich aber auch die eigentliche Gefäfswand in der Kammer und in dem Theile des Herzens, der vor ihr liegt, der Aortenzwiebel, die noch das Ansehen eines gleichmäfsigen, jedoch von rechts nach links und von unten nach oben gekrümmten Kanals hat. Die Grenze zwischen Kammer und Aortenzwiebel hat anfangs auch noch keine deutliche Einschnürung, die aber doch am Ende des dritten Tages schon kenntlich wird. (Das Fretum Haller's.) Je mehr das Herz sich in drei Abtheilungen scheidet, um desto mehr verwandelt sich der anfangs einfache Pulsschlag in einen dreifachen.

o. Umbildung der Gefäfsbogen im Kiemenapparate.

Die Aortenzwiebel erhält eine Krümmung, indem sie sich zurückzieht. Diesem Zurückziehen folgen die Gefäfsbogen, jedoch nur langsam und mehr mit ihrem untern als mit ihrem obern Theile. Besonders zieht sich der vordere Kiemenbogen zurück, indem die dicht vor ihr liegende Mundspalte sich immer mehr öffnet. Eine Folge davon ist, besonders da zugleich der Rückentheil sich nach vorn schiebt, dafs der Blutstrom im ersten Bogen, der ursprünglich grade nach oben

oben stieg, später zwei Beugungen macht, zuerst schiefst er aus der Aortenzwiebel etwas nach vorn, um in den ersten Kiemenbogen zu gelangen, beugt in diesem dann um, sich nach oben den Kiemenbogen entlang zuwendend. An der Stelle dieser Umbeugung entsteht hierdurch eine sackförmige Erweiterung, welche wie eine vordere kleine Zwiebel aussieht. Sie ist in Pander's Entwickelungsgeschichte Taf. IX. Fig. III. aus einer etwas spätern Zeit (dem 4ten Tage) abgebildet, in welcher sie gewöhnlich nicht mehr recht kenntlich ist. Nachdem das Gefäfs dem ersten Kiemenbogen entlang gestiegen ist, krümmt es sich wieder nach vorn, um die Gegend zu erreichen, die es ursprünglich vor dem Zurücktreten der Kiemenbogen inne hatte, die Decke der Rachenhöhle nämlich. Hier kehrt es scharf um, als Anfang der Aortenwurzel seiner Seite. Aus dieser Umgebung tritt schon im Verlaufe des dritten Tages ein Gefäfs in das Hirn. Es kann nur die Kopfschlagader seyn. Dieser vorderste Bogen war, wie wir wissen, der erste, der sich gebildet hatte. Er ist in der ersten Hälfte des dritten Tages der stärkste, erscheint im weitern Verlaufe desselben aber immer schwächer, während der zweite und dritte stärker werden. Am Ende des dritten Tages erkennt man schon mit Mühe im ersten Gefäfsbogen den Blutstrom, theils weil der erste Kiemenbogen sich mehr verdickt als die andern und an seinem untern Ende zurundet, da er bestimmt ist, eine besondere Metamorphose einzugehen, theils weil wirklich der Blutstrom an sich schwächer wird, was man daraus erkennt, dafs er den Anfang der Aortenwurzel nicht mehr auszufüllen vermag, sondern am Ende dieses Tages der Blutstrom aus dem zweiten Bogen, wo er die Aortenwurzel erreicht, sich theilt, ein Theil des Blutes wendet sich gegen den Stamm der Aorta, ein kleinerer Theil aber läuft rückwärts gegen den Ursprung der Aortenwurzel. So unerwartet es mir erschien, dafs in demselben Kanale das Blut erst nach der einen und dann nach der andern Richtung fliefst, so kann ich doch an der Richtigkeit der gegebenen Darstellung nicht zweifeln, weil ich die allmähligen Uebergänge deutlich gesehen habe. Am vierten Tage nämlich verschliefst sich der vordere Gefäfsbogen, und die Kopfschlagader wird jetzt nur aus der Wurzel der Aorta durch die hintern Bogen mit Blut versorgt. Von der Kopfschlagader wird also nur der obere Theil unmittelbar aus dem ersten Bogen, und zwar aus seiner Umbeugung in die Wurzel der Aorta, gegen den Kopf hervorgetrieben. Der Stamm der Kopfschlagader ist aber der Anfang der Aortenwurzel selbst.

p. Venöser Theil des Herzens.

Während der arterielle Theil des Herzens eine dicke Wandung erhält, bleibt der venöse Theil dünnwandig und ist eine wahre Vene, die wir nur wegen der Pulsation und weil sie früher gegen die jetzige Herzkammer gar nicht abgegrenzt war, zum Herzen gerechnet haben. Die Zipfel des Herzens haben wir schon als

die eintretenden Venenstämme erkannt. Der gemeinschaftliche, aus beiden entstehende gröfsere Venenstamm wird die künftige Vorkammer. Indem nämlich das venöse Ende des Herzens sich nach links und vorn zieht, wird dieser Stamm länger ausgezogen. Ungefähr nach dem ersten Viertheil des dritten Tages bekommt er an seinem vordern Ende zwei, jetzt noch überaus kleine seitliche Erweiterungen. Es sind die beiden Vorkammern; oder vielmehr die beiden Ohren derselben. Da hier eine Umbeugung von links nach rechts ist, so liegt der Anfang des linken Herzohres bedeutend mehr nach vorn, als der Anfang des rechten, ein Lagenverhältnifs, das bis zum Ende des dritten Tages, wo beide sehr merklich zugenommen haben, ja schon gekerbt sind, immer wächst. Die herausgewachsenen Seitentaschen, wie man sie nennen kann, sind fast gleich anfangs dickwandiger, als die durchgehende Vene. Nie habe ich eine von den Anhängen allein gesehen, so klein sie auch waren, und ich habe sie schon von $\frac{1}{10}$ Linie, vielleicht von noch kleinerer Basis, bemerkt. Es entstehen also beide Herzohren zugleich. Man kann aber von dem Herzen in dieser Periode mit gleichem Rechte sagen, dafs es zwei Vorkammern habe, denn der Anfang beider Vorkammern ist da, und dafs es nur Eine Vorkammer besitze, denn die mittlere Höhle ist durchaus ungetheilt; am richtigsten aber drückt man sich aus, wenn man ihm zwei Herzohren und Einen Venensack zuschreibt, obgleich das zwischen ihnen liegende vordere Ende der Vene noch so wenig ausgedehnt ist, dafs es kaum den Namen eines Sackes verdient. Es hat aber physiologisch die Bedeutung desselben.

q. Bildung der Leber- und Trennung der Körpervenen von der Pfortader.

Indem das venöse Ende des Herzens sich zurückzieht, zieht es sich zugleich nach oben gegen die Wirbelsäule. Die Folge davon ist, dafs der gemeinschaftliche Venenstamm sich gegen den vordern Eingang des Speisekanals hineindrückt (man erinnere sich, dafs die Zusammenmündung der Venen im Anfange des dritten Tages den untern Rand dieses Einganges bezeichnet). Die Vene wird also oben von dem Speisekanal mit zwei Schenkeln umfafst. Diese Schenkel sind um die Mitte des dritten Tages hohle Pyramiden, mit breiter in den Speisekanal übergehender Basis, und die ersten Anfänge der Leber. Kaum haben sie nämlich die Vene umklammert, so verlängern sie sich auch in den die Vene zunächst enthaltenden Theil des Gefäfsblattes, welches den vordern Eingang in den Speisekanal von unten umgiebt, und verzweigen sich dabei, einen Ueberzug der Gefäfshaut immer vor sich her treibend. Da nun zugleich der schon geschlossene Theil des Speisekanals sich immer mehr nach hinten verlängert und sich verenget, so ragen beide hohle Kegel mit den hervorgetriebenen Enden hervor, während die Basis natürlich mit der innern Wand des Speisekanals in Verbindung bleibt. Die hervorgetriebenen Theile erscheinen nun blattförmig und umschliefsen eng die Vene.

In diesen Blättern verzweigen sich die Spitzen der hervorgetretenen Kegel, während die Basis sich immer mehr verengt und die Gestalt eines Cylinders annimmt. Die Verzweigung zeigte das Microscop durch eine verästelte dunkle Figur im Innern jedes Blattes an. Die Form der Leber ist hiernach am Ende des Tages folgende. Sie besteht aus zwei kleinen blattförmigen Hälften, den beiden Leberlappen, welche fast senkrecht auf dem Speisekanal stehen, und aus der Fläche des Gefäfsblattes hervorragen, den Venenstamm umschliefsend, der noch ungetheilt zwischen ihnen hindurchgeht. Diese Durchgangsstelle ist aber doch als die künftige Verästelung der Pfortader bezeichnet. Nachdem diese Stelle im Venenstamme durch Entwickelung der Leber fixirt ist, zieht sich der Venenstamm über denselben bis zum Eintritte in das Herz etwas mehr aus, und die Körpervenen, die in der 2ten Hälfte des dritten Tages sich bilden, münden in den Raum zwischen Leber und Herz ein. Wir haben also jetzt einen continuirlichen Venenstamm, der bis zur Leber Pfortader ist, von da an Stamm der Körpervenen und endlich gemeinschaftlicher Venensack der Vorkammern.

r. Fernere Ausbildung des Speisekanals.

Die Entwickelung der Leber führt uns zur nähern Betrachtung der Gefäfsschicht auf dem Speisekanale und des Speisekanals selbst. Wir müssen nämlich einen Faden, den wir früher fallen liefsen (§. 5. *d. e.*), wieder aufnehmen. Es wurde die Umbildung des Gefäfs- und Schleimblattes der Keimhaut in den Speisekanal dargestellt. Wir erinnern kurz, dafs durch eine von allen Seiten wirkende Abschnürung das Gefäfsblatt sich zu zwei Gekrösblättern, die sich über dem Schleimblatte zu einer Naht verbinden, dann aber gemeinschaftlich mit dem Schleimblatte sich zu einem Rohre schliefsen. Am Ende des dritten Tages ist auf diese Weise der gröfste Theil des Speisekanals zu einem Rohre gebildet, ungefähr ein Drittheil in der Mitte ist noch offen, aber doch schon ein deutlicher Halbkanal. Der ganze Speisekanal besteht also aus zwei Schichten oder in einander steckenden Röhren (Halbröhren im mittlern Theile). Die innere Röhre ist aus dem Schleimblatte gebildet und wird zur Schleimhaut des künftigen Darmes. Sie ist körnig und dunkler als die andere Schicht. Die äufsere Röhre nämlich, aus dem Gefäfsblatte gebildet, ist heller, durchsichtiger, glatter, und erleidet eine eigenthümliche Metamorphose. So wie sich der Speisekanal zu einem umschlossenen Rohre bildet, schwillt in ihm die Gefäfsschicht, die im Keimblatte ganz dünn war, auf. Man kann von diesem Aufschwellen am besten ein Bild geben, wenn man sagt, sie nähme an Umfang zu, wie ein aufgehender Teig, oder wenn man sich ein Stück Gummi denkt, das mit Wasser befeuchtet aufschwillt, durchsichtiger und weicher wird, ohne zu zerfliefsen. Eben so wird diese äufsere Lage des Speisekanals bis zum 5ten Tage immer dicker und durchsichtiger, so dafs am 4ten und

5ten Tage die innere Röhre des Speisekanals von einer viel dickern durchsichtigen Scheide umschlossen ist.

Die Weite der innern Röhre des Speisekanals nimmt dagegen, bis zum 4ten Tage wenigstens, ab. Wir erinnern, wie weit die erste vordere Einstülpung am ersten und zweiten Tage war. Dasselbe gilt für die auf den Anfang des dritten Tages fallende Entstehung des hintern Theiles vom Speisekanal. Beide Enden nehmen während des dritten Tages, indem sie sich verlängern, an Weite ab. Nach Wolff und Pander sollte man glauben, dafs jeder Theil des Speisekanals schon in der Bildung seine Individualität annähme, indem sie die einzelnen Zeitmomente angeben, in welchen sich durch Einstülpung die einzelnen Abschnitte des Speisekanals: Speiseröhre, Magen, Zwölffingerdarm u. s. w. formen. Ich kann dieser Darstellung nicht beistimmen, sondern finde, dafs der Darm sich nach denselben Gesetzen bildet, wie das Herz, so dafs er zuerst in seiner allgemeinen Individualität sich von dem übrigen Leibe sondert, so lange aber in sich gleichmäfsig ist, und später erst die Differenz in seinen einzelnen Theilen auftritt. Freilich braucht nicht schon der ganze Speisekanal gebildet zu seyn, bevor die einzelnen Theile sich abgrenzen. Die Theile aber, die eben in der Bildung begriffen sind, die Eingänge nämlich, sind nicht Theile der Speiseröhre, des Magens und Zwölffingerdarms oder Mastdarms, wie z. B. Wolff von der Mitte des dritten Tages ganz genau angiebt, welche Theile der Wand des Magens gebildet sind, und welche nicht. Man kann nämlich, mit eben so viel Recht als Wolff, das Umgekehrte behaupten, und die ganze Oeffnung des Darmes, den Raum nämlich zwischen beiden Eingängen, für identisch mit dem spätern Dottergange halten, der nichts ist, als die Verengerung dieser Oeffnung; wonach im vordern Theile des Speisekanals schon am zweiten Tage Rachenhöhle, Speiseröhre, Magen und Dünndarm enthalten wäre. — Ich finde, dafs immer in einiger Entfernung von den Eingängen, also in den schon früher gebildeten Theilen des Speisekanals, die Individualität der einzelnen Abschnitte auftritt. So sahe ich in der ersten Hälfte des dritten Tages in der obern Hälfte des Speisekanals die Rachenhöhle abgegrenzt. Sie ist verhältnifsmäfsig sehr grofs, besonders aber weit, und verengt sich nach unten. Auf sie folgt ein enger Theil, der ganz kurz ist, und dann ein weiterer, der in die Oeffnung übergeht, und also in der Bildung begriffen ist; dieser weitere Theil ist aber nicht der Magen, denn aus ihm treten die Verlängerungen hervor, welche zu Lebergängen werden, der zukünftige Magen ist also entweder mit der Speiseröhre im engen Theile oder mit dem Zwölffingerdarm im weitern Theile enthalten. Beide Abschnitte sind aber nicht einmal gegen einander abgegrenzt, sondern gehen ganz allmählig in einander über, und der Unterschied der Weite

beruht nur darauf, dafs immer der Eingang weiter ist, als der früher gebildete, nachher in der Verengung begriffene Theil. Am Ende des dritten Tages ist auch der Theil verengt, aus dem die Lebergänge kommen, da der Eingang nun weiter nach hinten liegt, und man sieht von der Rachenhöhle einen engen Kanal bis in die Nähe des Eingangs verlaufen, der in der Mitte kaum merklich aufzuschwellen anfängt, um die Gegend des Magens abzugrenzen, eine Abgrenzung, die aber erst am vierten Tage deutlich wird. Dasselbe gilt vom hintern Theile des Speisekanals. Wie weit der Mastdarm reicht, ist in dem gleichmäfsigen Kanale erst dann anzugeben, wenn die Blinddärme hervorbrechen, was frühestens am Ende des dritten Tages erfolgt, und zwar nicht am Eingange, sondern in dem schon umschlossenen Theile, wo innerhalb der gleichmäfsigen Röhre erst dadurch ein Grenzpunkt gegeben wird.

Aus der aufgeschwollenen Gefäfsschicht des Speisekanals entwickeln sich im Verlaufe des dritten Tages die Lungen, die Leber, das Pankreas, die Blinddärme und der Harnsack. Alle diese Theile treten hervor, indem die Schleimhaut des Speisekanals aus der gleichmäfsigen Röhre sich in die Gefäfsschicht hineinstülpt, und zwar alle aus dem umschlossenen Ende des Speisekanals, keine aus dem offenen Theile. Die Verschiedenheit derselben beruht nur auf geringen Modificationen der Entwickelungsweise, im Wesentlichen bleibt sie jedoch für alle gleich.

s. Entwickelung der Lungen.

Schon nach der Mitte des dritten Tages sieht man in der Gefäfsschicht, welche den Speisekanal hinter der Rachenhöhle, die, wie ich bemerkt habe, schon ihre Selbstständigkeit hat und auffallend grofs und auf jeder Seite von vier Spalten durchbohrt ist, stark aufgeschwollen. Die Aufschwellung reicht bis an den vordern Eingang. Ungefähr in der Mitte sieht man zwei Höckerchen von noch nicht $\frac{1}{4}$ Linie Höhe. Nach vorn und unten verlaufen diese Höckerchen ganz allmählig in die übrige Gefäfsschicht ohne Grenze. Ihr hinterer Rand ist aber etwas aufgeworfen, und man sieht den aufgeworfenen Rand etwas nach oben verlaufen, wo die Höckerchen auch ein wenig vorragen. Die Masse der Höckerchen ist völlig übereinstimmend, und auf keine Weise abgegrenzt von der Gefäfsschicht des Speisekanals. Jedes Höckerchen enthält eine kurze, kegelförmige Höhle, welche in den Speisekanal mündet. Die Höcker aber werden zu den Lungen, und die innern Kanäle sind die Luftröhrenäste, welche auf entgegengesetzten Seiten aus dem Speisekanal treten. Der Stamm der Luftröhre fehlt. Ob schon am Ende des dritten Tages beide Luftröhrenäste zusammentreten, weifs ich noch nicht. Am vierten ist kein Zweifel mehr darüber.

t. Entwickelung der Leber und des Pankreas.

Von der Entwickelung der Leber wurde bei Gelegenheit des Gefäfssystems gesprochen. Das Pankreas entwickelt sich fast auf dieselbe Weise und fast um dieselbe Zeit. Kaum haben die kegelförmigen Verlängerungen, welche die zukünftigen Lebergänge werden, angefangen eine cylindrische Gestalt anzunehmen, so tritt zwischen ihnen eine Ausstülpung hervor, die aber langsam sich vergröfsert, so dafs sie am Ende des 3ten Tages noch kaum bis in die Mitte der Dicke der Gefäfsschicht reicht und äufserlich durchaus keine Vorragung bildet. Die körnige innere Fläche deutet jedoch an der Spitze schon einige Verzweigungen an, die freilich mehr das Ansehen von Schleimgrübchen haben.

u. Blinddärme.

Die Blinddärme zeigen sich erst mit dem Ende des dritten Tages, oft erst am Anfange des vierten, als zwei senkrecht auf dem Speisekanal aufsitzende seitliche Ausstülpungen. Sie sind gleich anfangs von beträchtlicher Weite und bilden äufserlich zwei stumpfe Höcker auf dem Darme durch kegelförmiges Heraustreten des Schleimblattes gegen das Gefäfsblatt, dann scheinen sie fast still zu stehen in der Entwickelung, so dafs es in der Weiterbildung gar keinen Unterschied macht, wenn sie auch erst am 4ten Tage ihre Entwickelung beginnen. Später wachsen sie zwar wieder rasch, allein eine Verzweigung bildet sich erst ganz spät und bleibt in der Form von Schleimgruben stehen.

v. Harnsack.

Aus dem hintern Ende des Speisekanals erhebt sich ferner bald nach der Bildung desselben, schon etwas vor der Mitte des dritten Tages, eine kleine blasenförmige Hervorstülpung, die einzige von allen, die sich nie verzweigt, sondern immer die Blasenform beibehält. Es ist der *Harnsack* (Allantois), beim Vogel gewöhnlich Chorion genannt. Er gleicht beim ersten Austritte aus dem Darmende einem stumpfen Kegel; die Basis verschnürt sich aber bald, und die Spitze wird halbkugelig. Er wächst bis zum Ende des dritten Tages nur sehr langsam, kaum über die Gröfse eines Nadelkopfes, und von unten angesehen erhebt er die Schwanzkappe ganz unmerklich. Nicht nur aus der Entstehungsweise an diesem Tage, sondern aus der Beschaffenheit des Harnsackes selbst bis zum sechsten Tage, ist es überaus leicht zu erkennen, dafs er aus zwei Blättern, einem innern Schleimblatte und einem äufsern Gefäfsblatte, besteht.

w. Vergleichung der Hervorstülpungen aus dem Speisekanale.

Vergleichen wir nun diese Hervorstülpungen in ihrem ausgebildeten Zustande, so finden wir, dafs in den vordersten, also in den Lungen, die Verästelung am weitesten sich ausbildet, nächst diesen in der Leber, weniger im Pankreas, nur angedeutet ist sie in den Blinddärmen, und sie fehlt ganz im Harnsacke. Der Grad der Verästelung nimmt also von vorn nach hinten ab, allein dieselbe Reihenfolge ist nicht in der Zeit der Verästelung; denn die Leber verästelt sich am frühesten und ansehnlichsten, nächst dieser das Pankreas. Die Lunge erhält wäh-

rend der ganzen zweiten Periode keine Verästelung. Auf das schnellere Auftreten der Verästelung wirkt also wohl die Beziehung, die jedes Organ zunächst zu dem frühern Verhältnisse des Fötus hat.

x. Wolffische Körper.

Viel schwieriger, als bei allen denjenigen Organen, die durch ein Hervortreiben der Schleimhaut gegen die Gefäfsschicht des Speisekanals sich bilden, ist die Entstehungsweise des Harn- und Geschlechts-Apparats in allen einzelnen Momenten zu verfolgen. Wir müssen, um ihren Ursprung zu erkennen, zu der Spaltung des Keimblattes zurückkehren (§. 5. *d.*) und erinnern, dafs ein Streifen der untern Lage sich senkrecht stellt als Gekrösplatte, dafs ferner die untern Winkel beider Gekrösplatten zur Bildung der Naht gegen einander neigen. Durch dieses Zusammenneigen wird der Winkel, den die Gekrösplatte oben mit der Bauchplatte bildet, immer gröfser. In diesem Winkel nun erscheint in der zweiten Hälfte des dritten Tages ein rundlicher Streifen oder dicker Faden, der am Ende des dritten Tages nicht nur im Queerschnitte, sondern auch wenn man die Kappe von unten aufschneidet, der ganzen Länge nach zu erkennen ist. Jener runde Streifen ist der erste Anfang des von Rathke so genannten *Wolffischen Körpers*, welcher von der Herzgegend bis zum Harnsacke reicht. Er zeigt schon auf der freien Wölbung abwechselnde Erhabenheiten und Einschnürungen. Die Erhabenheiten sind dunkler, weil sie aus dichterer Masse bestehen. Die Einschnürungen sind heller.

Queerdurchschnitte lassen schon am Ende des dritten Tages einen Kanal im Innern dieses Körpers dicht an seiner Anheftung erkennen, und zuweilen sieht man ein Blutströpfchen in dem Kanale. Damit stimmt es, dafs man in Embryonen, die am Schlusse dieses Tages schon weiter vorgerückt und blutreicher sind, einen rothen Streifen längs dieses Körpers durchschimmern sieht. Es scheint mir daher, dafs jeder Wolffische Körper sich auf und aus einem Blutgefäfse hervorbildet; obgleich es mir noch nicht gelungen ist, den Zusammenhang dieses Blutgefäfses mit andern vollständig aufzufinden. So viel ist aber gewifs, dafs diese Körper niemals eine vereinte Masse darstellen, die sich erst später spaltet. Vielmehr sind sie durch die Gekrösplatten von einander getrennt, und vor der Bildung der Gekrösplatten sind nicht nur die Wolffischen Körper noch nicht da, sondern nicht einmal der Raum, in dem sie sich bilden, da eben dieser Raum erst durch die Spaltung der Bauchplatte gegeben wird. (§. 5. *c.*)

y. Anlage der Extremitäten.

Auf der Bauchplatte sieht man die Extremitäten in der zweiten Hälfte dieses Tages als schmale Leistchen entstehen.

z. Rückenplatten.

Die Rückenplatten haben sich wenig verändert, ausgenommen dafs sie dicker geworden sind. Die Wirbelanlagen in ihnen steigen seitlich bis über die

Rückensaite herab. Nach oben erreichen sie sich aber nicht. Die Wirbelrudimente gehen bis zur Schwanzspitze und vorn bis über das Ohr, so daſs man vor dem Ohre noch zwei Wirbel, wenn auch nicht immer im dritten, doch im vierten Tage erkennt. Auffallend ist es, daſs die Wirbel, welche in ihrer Entstehung dunkler waren, als die Zwischenräume, am dritten Tage heller werden. Zuerst sieht man in der Mitte jeder Wirbelhälfte noch dunkle Körnermasse, dann wird auch diese hell, und es sind die schmalen Zwischenräume dunkler, als die Anlage der Wirbel. Dieses Hellerwerden. das sich in allen Knochen findet, scheint mir der eigentliche Uebergang in den Knorpelzustand, obgleich der Knorpel jetzt noch sehr weich ist. Ob nun die Zwischenräume zwischen den Wirbeln bloſs dunkler erscheinen, weil die Wirbel heller geworden sind, oder ob wirklich etwas Neues sich hier erzeugt hat, läſst sich wohl kaum durch Beobachtung entscheiden. Ich sehe wenigstens kein Mittel zur Entscheidung der Frage, ob schon die Rückenmarksnerven da sind, oder nicht. Wenn man die Zartheit des Sehnerven bei seinem Auftreten, oder das enge Anliegen seiner Markmasse an die Umgebung betrachtet, so kann man kaum die Hoffnung hegen, aus den dicken, wenig durchsichtigen Rückenplatten und zwischen den verhältniſsmäſsig festen Wirbeln die ersten Anfänge der Nerven auszuarbeiten, oder ohne Zergliederung zu sehen. Das Erhärten im Weingeist giebt keine Hülfe, da die ganze Masse des Embryo noch dem Eiweiſse sehr ähnlich ist; so wird sie überall weiſs, und nur wo die Nervenmasse schon in bedeutender Quantität angehäuft ist, zeichnet sie sich durch gröſsere Weiſse aus, wie der Centraltheil des Nervensystems.

aa. Centraltheil des Nervensystems.

Das Rückenmark ist noch stark seitlich zusammengedrückt, die beiden Blätter sind viel dicker geworden und füllen den Kanal fast ganz aus. Sie reiſsen sehr leicht von einander, hängen jedoch in der obern und untern Fläche durch ein sehr zartes Blättchen zusammen. Dieses Blättchen scheint aber fast keine Nervenmasse mehr zu enthalten, sondern eine einfache Membran zu seyn. Jede Seitenhälfte des Rückenmarkes ist durch eine mittlere helle Furche in einen obern und einen untern Strang getheilt.

Im verlängerten Marke treten beide Nervenblätter nach oben weit aus einander, um die vierte Hirnhöhle zu bilden, die aber noch von einer Lamelle bedeckt ist. Jedes Rückenmarksblatt bildet mehrere kurze Faltungen, und im vordern Rande der hintersten Hirnzelle treten beide Blätter wieder zusammen, um die Vierhügel zu bilden. Das übrige Hirn bildet eine groſse Blase, die in mehrere Zellen getheilt ist, eine für die Vierhügel, eine vor denselben, und zwei für die Hemisphären. In diesem ganzen Umfange schien mir das Hirn nach oben

ge-

geschlossen. Die Hirnmasse ist noch ganz dünne, ein in Zellen getheiltes Blatt. Kaum ist der untere Rand des Blattes als zukünftiger Hirnschenkel etwas dicker. Zwischen beiden verdickten Rändern ist eine in der Mitte gerade durchlaufende Verdünnung. Einen Sehhügel oder andere Hirnganglien kann ich nicht unterscheiden. Der Trichter, der am zweiten Tage blofs nach unten gerichtet war, richtet sich, im Verfolge des stärkern Zusammenkrümmens des Vorderendes vom Embryo und des Zusammenrückens aller Hirntheile, immer mehr nach hinten und ist verhältnifsmäfsig noch sehr weit. Die Hemisphären sind klein. Zwischen der vordersten doppelten Hirnzelle (den Hemisphären) und der darauf folgenden einfachen nach hinten zu, war von der innern Fläche aus der Austritt des Sehnerven sehr deutlich als eine Oeffnung zu erkennen. Der Sehnerve selbst, noch sehr deutlich hohl, läuft zuerst nach hinten (im Verhältnifs zum ganzen Embryo), das heifst also nach der Schädelbasis und dann nach aufsen, und entwickelt sich bald in eine Blase, die eine Eiweifskugel einschliefst. Die Wand jener Blase oder die Netzhaut war deutlich erkennbar, auch liefs sich die Linse an der Oberfläche jener Eiweifskugel vollkommen unterscheiden.

bb. Auge.

An der Unterfläche jeder Hemisphäre des grofsen Hirns erscheint im Verlaufe des dritten Tages eine kleine runde helle Fläche, umgeben von einem dunklen Kreise. Es ist der gegen die Basis des Schädels hervortretende Riechnerve, der hohl ist, und dessen cylindrische Wandung von unten gesehen als ein Kreis erscheint. Diese Stelle hat auffallende Aehnlichkeit mit dem ersten Auftreten des Auges und des Ohres. Aeufserlich bemerkt man aber an der untern Fläche des Schädels noch keine Veränderung.

cc. Riechnerve.

Das Ohr schien, aufser dafs es mit der Umgebung nach vorn gerückt war, seit dem vorigen Tage sich nicht verändert zu haben.

dd. Ohr.

Während des dritten Tages nimmt das Eiweifs sehr merklich ab. Die Keimhaut hat sich bis über die Hälfte der Dotterkugel ausgebreitet. Die Hallonen sind ganz geschwunden und unter dem Embryo liegt eine gleichmäfsige Flüssigkeit zwischen ihm und der eigentlichen Dottermasse. An dieser wird die Zunahme des Umfanges bemerklich. Die Dotterhaut wird über dem Embryo dünner.

ee. Die übrigen Theile des Eies.

§. 6.

Vierter Tag.

Am vierten Tage geht die Abschnürung des Fötus bedeutend weiter, immer aber bleibt noch ein Theil des Darmes rinnenförmig offen. Die Einhüllung des Embryo durch das wahre Amnion wird im Anfange dieses Tages vollendet, wenn sie nicht schon am Schlusse des vorigen erfolgt war.

a. Vorbemerkung.

b. Einhüllung durch das Amnion.

Der Vorgang der Einhüllung ist sehr einfach. Von allen Seiten rückt der innere Rand der elliptischen Amnionsfalte gegen die Mitte zusammen, bis die Oeffnung sich mit einer weifsen Narbe über dem Lendentheile des Rückens schliefst. Am Ende dieses Tages ist oft auch die Narbe nicht mehr kenntlich. Da zugleich die Spaltung der Blätter in der allgemeinen Kappe bis zum Umfange derselben fortgegangen ist, so steht das abgelöste seröse Blatt jetzt nur mit der Amnionsfalte in Verbindung, und wir haben daher nun plötzlich ein geschlossenes Amnion (Fig VII und VIII. und Fig. 7″), entstanden aus der Amnionsfalte (*t r′*, *u s′*), dem serösen Blatte der Kappe (Fig. VII. *r′ p′*, *q′ s′* und Fig. 7.) und übergehend in die untere Wand des Embryo, so viel davon schon durch das seröse Blatt gebildet ist (*dp′*, *q′b*) (§. 5. *h.*)

c. Panders falsches Amnion.

Da das Amnion aber aus einer Falte gebildet ist, so folgt daraus, dafs über dem geschlossenen Amnion noch ein Blatt liegt, welches an die Stelle der Naht angeheftet, im übrigen Umfange aber frei ist. Es ist das obere Blatt der Amnionsfalte (*r t u s*). Dieses Blatt hat Pander das falsche Amnion genannt.

d. Abschnürung des Embryo. Nabelbildung.

Was die Abschnürung anlangt, so finden wir, dafs der kreisförmige Umwurf, welcher durch die Kopfscheide, die Schwanzscheide und die Seitenscheiden gebildet wird, sich von allen Seiten gegen die Mitte zusammenzieht. Die Communication zwischen dem Embryo und dem Eie erscheint nun schon als blofse Oeffnung, die mit dem Worte *Nabel* bezeichnet wird. Es mufs einleuchten, dafs dieser Nabel kein neuer Theil ist, sondern die Stelle, wo der Embryo in die übrigen Eitheile übergeht, die nur durch Verschnürung die jetzige Form erhalten hat. Vergleichen wir nämlich unsere Abbildungen VII. VI. bis zu I. und die Queerdurchschnitte in derselben Reihenfolge rückwärts, so finden wir, dafs eben dieser Nabel früher die weite Oeffnung des Leibes, noch früher der ganze Umfang des offenen Leibes und endlich am ersten Tage noch ganz unbegrenzt war, da der Embryo selbst keine Grenze hatte. Da der Nabel der Uebergang vom Embryo in das Ei ist, so müssen in ihm sich sämmtliche Blätter der Keimhaut wiederfinden, und wir wollen diese einzelnen Blätter unterscheiden, da ihre fernere Geschichte nicht dieselbe bleibt. Am meisten nach aufsen ist eine Scheide vom serösen Blatte (*p′ q′*). Sie geht nach oben in die Haut des Embryo über, nach unten in das seröse Blatt der Kappe. Da aber das seröse Blatt der Kappe in diesem Tage zum Amnion wird, so geht diese Scheide also ins Amnion über. Man könnte sie den Amnionsnabel, noch besser den *Hautnabel* oder *Bauchnabel*, nennen; denn der sonst wohl gebrauchte Name Nabelscheide ist in so fern nicht recht passend, als diese Scheide für die Leibeshöhle selbst den Nabel bildet. In ihr ist eine zweite Röhre, welche wieder aus zwei Röhren besteht, die aber

immer vereinigt bleiben, und daher nur einen gemeinschaftlichen Kanal bilden. Im Innern dieses Kanals ist nämlich ein Uebergang des Schleimblattes aus dem Schleimblatte der Dotterkugel in die innere Fläche des Darmes. Nach aufsen ist ein übereinstimmender Uebergang aus dem Gefäfsblatte in die Gefäfsschicht des Darmes. Und dieser Kanal ist überhaupt ein blofser *Darmnabel*, der im Hautnabel liegt. Seine Höhlung führt aus dem Raume, den der Dotter einnimmt, in die Höhlung des Speisekanals, und zwar durch den vordern und den hintern Eingang in die schon gebildeten Enden des Speisekanals, unmittelbar aber gegen die Darmrinne. Es ist nur noch ein kleiner Theil des Darmes rinnenförmig. Immer ist diese Darmrinne schon von beiden Seiten gewölbt und nur nach unten offen. Die Höhlung des Hautnabels führt in die Bauchhöhle, welche in der zweiten Hälfte des vierten Tages eine ansehnliche Weite hat.

e. Bauchhöhle.

Wir wollen nun der Entstehung der Bauchhöhle nachgehen, welche plötzlich aufgetreten zu seyn scheint, da ein ansehnlicher freier Raum im Embryo sich findet, welcher Speisekanal, Leber, die Wolffischen Körper und den Harnsack umschliefst. Das Gekröse hängt tief herab bis zu dem Theile des Darmes, der noch rinnenförmig ist, und theilt dadurch die Bauchhöhle fast in zwei Hälften. Das giebt uns Licht über die Entstehung der Bauchhöhle. Diese ist aber nichts anderes, als die Vereinigung der beiden Lücken, welche am dritten Tage in den Bauchplatten sich bildeten, wie aus der Ansicht der Fig. 5, 6 und 7. deutlich werden mufs. Ginge um jene Zeit das Gefäfsblatt (das zukünftige Gekröse) nicht in einer langen Strecke in das Keimblatt über, so würde schon am dritten Tage die Bauchhöhle die gewöhnlichen Verhältnisse haben. Doch überblicken wir ihre Bildung vom Anfange bis zum Ende des vierten Tages! In den beiden ersten Tagen hat der Embryo gar keine Bauchhöhle, also auch keine offene. Man kann zwar dem Embryo in der ersten Periode einen offenen Bauch zuschreiben, in so fern die zukünftigen Bauchwände noch in der Ebene des Keimblattes liegen, aber keine offene Bauchhöhle. Offen ist dagegen seine Darmhöhle, d. h. sein Speisekanal. Am Ende des zweiten Tages beginnt nun jene Spaltung (§. 2. *x.*), und so lange die Spaltung im Bereiche jeder Bauchplatte bleibt, sind zwei Bauchhöhlen da, als schmale Spalten (Fig. 5.). Im Verlaufe des dritten Tages nehmen beide Höhlungen an Weite zu, bleiben aber immer getrennt, bis auf ganz enge Communicationen, die vorn im umschlossenen Theile des Embryo, vor und neben dem Herzen sich finden müssen (§. 5. *c.*). Die Trennung zwischen der obern und untern Lage des Keimblattes geht am Ende des dritten Tages über die äufsern Grenzen der Bauchplatten hinaus und trennt das seröse Blatt im Umfange der Kopfkappe, der Schwanzkappe und der Seitenkappen, d. h. im Umfange der

allgemeinen Kappe, wenn nicht im dritten, doch im vierten Tage (§. 5. *h.*). Da zu gleicher Zeit die Abschnürung des Embryo von der übrigen Keimhaut weiter schreitet, so erhält die gedoppelte Bauchhöhle immer mehr untere Wand und Seitenwand. Da ferner die Spaltung von der Bauchplatte durch den Nabel in die Kappe fortgeht, so mufs sich der Darmnabel vom Hautnabel trennen. Deshalb stofsen beide Bauchhöhlen im Nabel zusammen. Je enger der Darmnabel wird, um desto weniger ist die Bauchhöhle getheilt. Die Verengerung geht aber im Darmnabel rascher vor sich, als im Hautnabel, und dieser Unterschied wird noch vergröfsert durch das Durchdrängen des Harnsackes, wovon weiter unten. Am Ende des vierten Tages erkennt man schon kaum mehr, dafs der Darmnabel früher die Bauchhöhle getheilt hatte, besonders da der Nabel jetzt ziemlich weit unter den untern Rand der Bauchplatten gerückt ist, oder mit andern Worten, da die Bauchhöhle nur oben von den Bauchplatten, nach unten aber von einer Verlängerung des serösen Blattes gebildet wird. Es ist aber diese Verlängerung des serösen Blattes nicht mehr blofse Oberhaut, sondern scheint aus zwei Schichten zu bestehen, und ist wahre Haut. Die Bauchhöhle hat also oben zu beiden Seiten die Bauchplatten, die immer noch schmal sind; weiter nach unten ist sie von der Haut bis auf die Nabelöffnung umschlossen. Nach hinten geht die Bauchhöhle ursprünglich bis an die Stelle, wo das hintere Ende des Speisekanals an die Bauchplatten stöfst. Nach vorn scheint das Verhältnifs weniger einfach, ist im Grunde aber doch dasselbe. Die Rachenhöhle wird nämlich, wie unten das Afterende, unmittelbar von den Bauchplatten umfafst. Bis hierher hat sich also die Trennung der Bauchplatten nicht erstreckt. Es ist nur der Unterschied, dafs die Rachenhöhle weit länger ist. Ihre Grenze ist noch immer durch die hintersten Kiemen- (Arterien-) bogen bezeichnet, welche am vierten Tage der nun hinzugetretene fünfte Bogen ist. Die Kiemenspalten gehen also durch die Wand der Rachenhöhle hindurch, ohne auf einen Raum zu stofsen, der das Verhältnifs der Bauchhöhle hätte. Hinter ihnen spitzt sich die Rachenhöhle zu, um in den übrigen Speisekanal überzugehen, der viel enger ist, und hier hat man gleich eine umgebende Höhle, welche das Herz umfafst und sich in die Bauchhöhle fortsetzt. Erinnern wir uns nun, dafs schon sehr früh in der Kopfkappe die erste Spaltung der Blätter eintritt, so sehen wir leicht ein, dafs mit diesem Momente eigentlich die Bildung der Bauchhöhle begann. Daraus folgt, dafs die Bauchhöhle im Anfange gewissermafsen aufserhalb des Embryo lag und zuerst nur das Herz enthielt; dafs diese Bauchhöhle sich dann durch Spaltung in die Bauchplatten nach hinten in zwei Schenkel fortsetzte; dafs dann beide Schenkel hinten zusammenliefen, sobald der Harnsack nicht mehr von den Blättern der Schwanzkappe eng um-

schlossen war, und nun endlich die Bauchhöhle die Darmhöhle umschliefst, mit Ausnahme des Darmnabels, in welchem die Darmhöhle die Bauchhöhle durchbohrt. Nach aufsen communicirt die Bauchhöhle mit dem Raume des Eies, der zwischen dem Amnion und der tiefern Lage der Kappe liegt und mit dem Raume zwischen Amnion und dem obern Blatte der Amnionsfalte, oder dem serösen Ueberzuge.

f. Allgemeine Gestalt des Embryo.

Die Betrachtung der Bauchhöhle führt uns nothwendig zu der Bestimmung anderer Regionen des Embryo. Hinten ist die Wirbelsäule über die Bauchhöhle und etwas über die Darmhöhle hinaus gewachsen, und letztere haben sich zurückgezogen. Wir haben also jetzt erst einen wahren Schwanz. Der Rumpf wird durch die beiden Paare der Extremitäten bezeichnet. Die Bauchhöhle geht aber viel weiter nach vorn in den Hals. Es scheint mir nämlich unbedenklich, dafs der Theil des Leibes, der vor der vordern Extremität liegt, der Hals ist, denn die Bauchplatten in diesem Theile, werden zu den Wänden des Halses, sobald sich das Herz zurückgezogen hat. Jetzt aber liegt nicht nur das ganze Herz, sondern selbst die Leber im Halse.

Während des vierten Tages wendet sich zuerst das Schwanzende stark gegen den Kopf und legt sich auf die linke Seite. Nur der eigentliche Rumpf zwischen beiden Extremitäten ist gerade. Der Hals ist sehr stark gekrümmt, so dafs die Stirn gegen die zukünftige Brust gekehrt ist und der Uebergang des Rückenmarks in das verlängerte Mark die vorderste Region des ganzen Thierchens einnimmt. Die Rückenseite des Halses ist also viel länger als die Bauchseite. Der Kopf hat sich viel mehr zusammengeschoben, und die Zelle für die Vierhügel ist die gröfste Hirnzelle. An Länge betragen Kopf und Hals zusammen ungefähr so viel als der Rumpf. An Masse kommt aber der Kopf allein dem Rumpfe gleich.

g. Speisekanal.

Wenden wir uns nun an die einzelnen Theile des Embryo, und zwar zuerst an die Theile in der Bauchhöhle. Der Speisekanal ist noch fast gerade. Nur der mittlere noch nicht umschlossene Theil, oder die Darmrinne, liegt tiefer, indem sich hier das Gekröse verlängert hat. Der vordere Eingang in den Speisekanal ist enger, als in der ersten Hälfte des dritten Tages. Im vordern Theile des Speisekanals ist nicht nur die Rachenhöhle begrenzt, sondern hinter ihr folgt noch eine verengte, aber sehr kurze Röhre, die Speiseröhre. Hinter dieser findet sich eine längliche Erweiterung, der Magen, der aber noch ganz in der der Längenachse des gemeinsamen Kanals ist und nur ein etwas erweiterter Theil desselben. Seine stärkste Wölbung ist nach dem Rücken, zuweilen sogar etwas nach rechts gekehrt. Hinter diesem der Zwölffingerdarm, der allmählig sich erweiternd in den vordern Eingang ausläuft. Die Darmrinne ist am Ende dieses Tages nur noch

$\frac{1}{3}$ Linie lang. Im hintern Theile der Speiseröhre ist der weite Darm, dessen Grenze die Blinddärme bezeichnen, im Uebrigen vom hintern Theile des engen Darmes, der in den hintern Eingang übergeht, nicht verschieden. Mundöffnung weit. Einen After habe ich am vierten Tage noch nicht entdecken können.

h. Lunge. Die Gefäfsschicht hat sich in dem schon gebildeten Theile des Speisekanals noch mehr aufgelockert, und gleicht einer halbdurchsichtigen Gallert. Die Lungen heben sich nach unten mehr aus dieser Schicht hervor, hängen aber doch noch durch ein von ihrem Abtrennen aufgehobenes Blatt mit dem Speisekanale zusammen. Die Röhre in jedem Lungenflügel hat sich nach hinten in ein kleines Säckchen blasenförmig erweitert und nach vorn sehr verlängert, so dafs beide Bronchien in einem sehr spitzen Winkel zusammenstofsen. Dann folgt ein kurzer gemeinschaftlicher Kanal, der am Ende dieses Tages oft erst $\frac{1}{6}$ Linie lang ist, die Luftröhre nämlich, die mit der Speiseröhre hinter der Rachenhöhle zusammenmündet.

i. Leber. Die Leber ist in zwei flache Körper ausgebildet, die wie Platten die Pfortader umfassen. In diese Platten haben sich beide Lebergänge weiter verzweigt. Die innere Fläche der Lebergänge ist körnig, wie die innere Fläche des Darmes. Beide Lebergänge haben sich nicht nur in die Leberlappen verlängert, sondern auch mehr aus dem Darme herausgezogen, so dafs sie meistens schon an der Basis zusammenstofsen, am Ende des Tages aber schon einen gemeinschaftlichen Kanal zu bilden pflegen. Zwischen die Lebergänge haben sich Verlängerungen der Vene hineingezogen.

k. Pankreas. Das Pankreas ist noch nicht oder nur sehr wenig aus der Ebene der Gefäfsschicht hervorgebrochen.

l. Blinddärme. Die Blinddärme bilden noch kurze und stumpfe Kegel, die senkrecht auf der Achse des Speisekanales stehen.

m. Harnsack. Der Harnsack, der im vorigen Tage und am Anfange dieses Tages nur wenig sich vergröfserte, weil er seiner Entstehung nach nothwendig zwischen das seröse und Gefäfsblatt der Schwanzkappe eindrängt, wächst in der zweiten Hälfte des vierten Tages sehr rasch, nachdem die Trennung beider Blätter, welche der Harnsack zu unterstützen scheint, überall erfolgt ist. Zuerst drängte er sich zwischen den genannten Blättern der Schwanzkappe, und dann, immer wachsend, zwischen dieselben Blätter der rechten Seitenkappe hinein. Er wird dabei dünner und durchsichtiger. Seine Basis zieht sich in einen hohlen Stiel aus. Die Spitze nimmt eine kugelförmige Gestalt an und hat am Ende dieses Tages die Gröfse einer Wicke oder Erbse. Ein schönes Gefäfsnetz, das er aus dem Leibe hervorhebt und das durch eine Verzweigung der Aortenäste gebildet wird, ist in seiner

Gefäfsschicht enthalten. Die innere Schicht oder das Schleimblatt ist davon sehr leicht unterscheidbar.

n. Lücke im Gekröse.

Die Lücke im Gekröse verengt sich, theils indem die Gekrösblätter sich auch nach oben an einander legen, theils indem sich in die Lücke etwas Bildungsgewebe absetzt.

o. Wolffische Körper.

Die Wolffischen Körper enthalten ein der Länge nach verlaufendes Blutgefäfs. Die dunklen Queerstreifen haben sich vergröfsert und sind unbezweifelt hohle Röhrchen, von dunkler Wandung umgeben, ungefähr so wie die Lebergänge in ihrer ersten Bildung; nur sind jene sehr viel enger. Sie scheinen aber Blut zu enthalten. Wenn sie Blut enthalten, so münden sie ohne Zweifel in das Längsgefäfs ein.

p. Gefäfssystem.

Die beiden Hauptäste, in welche sich die Aorta schon am zweiten Tage spaltete, laufen zwar an derselben Stelle, an welcher später die Wolffischen Körper sich finden, allein am dritten Tage schon, und noch mehr am vierten, sieht man die Aorta in einem ungetheilten Stamme bis in die Nähe des Harnsackes verlaufen, wo sie erst in zwei Aeste sich spaltet, und die Gekrösschlagader ist jetzt ein einfacher Ast dieses gemeinschaftlichen Stammes. Es scheint also, dafs beide Hauptäste der Aorta sich wirklich verengt haben (wohl durch Verlängerung aus dem Mittelstamme), und man kann die Ueberzeugung nicht gewinnen, zu der sonst der Anschein führen könnte, dafs aus diesen ursprünglichen Hauptästen die Wolffischen Körper sich bilden. Auffallend aber bleibt es immer, dafs zwischen den vordern Enden der Wolffischen Körper die Aorta viel weiter ist, als im übrigen Verlaufe, und es wäre daher auch möglich, dafs der Stamm der Aorta sich hier theilt und die Fortsetzung erst später zwischen den beiden frühesten Aesten sich bildete. Die Gefäfsstämme, auf denen die Wolffischen Körper sich bilden, sind aber vielleicht noch eher Venen, welche der Aorta entsprechen, und also die Hauptwurzeln der untern Hohlvene wären. Am vierten Tage ist auch eine Drosselvene, die das Blut aus dem Kopfe zurückführt, sehr deutlich, und im untern Rande jeder Bauchplatte ist noch eine Vene, die mit der Drosselvene jeder Seite vor dem Eintritte in das Herz sich verbindet. Sie scheint also die Intercostalvene zu seyn. Sie entsteht, wie schon bemerkt ist, und wie man hier deutlicher als an irgend einer andern Stelle beobachten kann, so, dafs die Leibesmasse in einzelnen Punkten flüssig wird, die Flüssigkeit sich ansammelt, roth wird, in Form von Blutpunkten erscheint und erst allmählig in Rinnen verläuft. Im Leibe des Embryo scheint, so weit die Beobachtung reicht, die Venenbildung der Arterienbildung voranzugehen.

Am vierten Tage sondert sich das Pfortadersystem schon sehr deutlich vom Hohlvenensystem dadurch, dafs die Pfortader sich in die Leber verzweigt, in verhältnifsmäfsig ungeheuer weiten und kurzen Kanälen und dadurch, dafs der Venenstamm, in welchem sich die Pfortader freilich noch mit ihrem Stamm verlängert, bis zum Herzen eine sehr bemerkliche Strecke verläuft.

q. Herz.

Vom Herzen liegt der venöse Theil noch ganz nach links. Beide Herzohren vergröfsern sich ansehnlich und bekommen Einkerbungen. Sie münden in den gemeinschaftlichen Venensack. Die Verdickung der Wand, welche anfänglich nur in den Herzohren herrschte, verbreitet sich am vierten Tage von ihnen aus auch auf den zwischenliegenden Venensack, der am Ende des vierten Tages nicht mehr die ursprüngliche Venenwand hat. Deswegen will ich von jetzt an die beiden Herzohren mit dem Venensacke zusammen die (noch einfache) Vorkammer nennen. Die Kammer spitzt sich allmählig sehr zu. Die Spitze ist anfangs mehr nach rechts gerichtet, rückt dann aber immer mehr nach hinten. Ihre Wände nehmen sehr an Dunkelheit zu, und auch der vordere Rand pflegt am Ende dieses Tages nicht recht hell zu seyn. Zwischen Kammer und Vorkammern wird der helle Zwischenkanal (Canalis auricularis) ansehnlicher. Der Aortenwulst verdickt sich mit einer Hauptwölbung nach unten und links, und scheint erst jetzt den Namen eines eigenen Theils des Herzens zu verdienen. Die innere Höhlung hat in der Mitte eine grofse Weite, wie schon das durchschiefsende Blut während der Circulation zu erkennen giebt. Macht man feine Queerschnitte, so findet man, dafs die Höhlung nicht cylindrisch ist, sondern in jedem Queerschnitte eine Spalte bildet, welche in der Mitte schmal, zu beiden Seiten weiter ist. Ist das ausgeschnittene Stück aber etwas lang, so kann man nicht durch die Spalte von einer Fläche zur andern hindurch sehen, weil die zweischneidige Höhlung sich etwas um ihre Achse dreht. Die Kammer sieht äufserlich noch ungetheilt aus. Im Innern findet man aber eine stark vorspringende Falte, welche die Höhlung in zwei Abtheilungen scheidet, die längs des freien Randes der Falte mit einander Communication haben. Dieselbe läuft auf der einen Seite bis an die Basis der Aortenzwiebel, auf der andern bis in den Ohrkanal. Ob sie auch in dem Venensacke ist, konnte ich nicht unterscheiden, denn dieser ist zu undurchsichtig, um ohne Zergliederung eine innere Falte in ihm zu erkennen, und zu klein, um eine zuverlässige Zergliederung gelingen zu lassen. Die Falte in der Herzkammer scheint mir nur eine Vergröfserung der schon am dritten Tage deutlich gesehenen Falte. Sie verläuft aber jetzt auf eigenthümliche Weise schief, so dafs durch sie ein rechtes und zugleich hinteres Fach von einem linken und vordern

dern abgegrenzt wird. Beide Fächer münden gemeinschaftlich in die Höhlung der Aortenzwiebel ein.

r. Kiemenbogen und Gefäfse in ihnen.

Mit den Gefäfsbogen und den ihnen zugehörigen Kiemenbogen und Kiemenspalten gehen merkwürdige Veränderungen vor.

Zuvörderst wird der Blutstrom in dem ersten Bogen immer schwerer zu erkennen, und am Ende dieses Tages sah ich ihn nie. Der Grund liegt theils in einer Verdickung des Bogens, theils aber in wirklicher Abnahme des Blutstromes. Auch der zweite Gefäfsbogen wird allmählig schwächer, ist aber am Ende des Tages, wenn der Embryo kein Blut verloren hat, doch noch bei gehöriger Aufmerksamkeit kenntlich. Dagegen verstärken sich der dritte und vierte Bogen sehr, und nehmen bei weitem die meiste Blutmasse auf. Auch bildet sich im Verlaufe dieses Tages ein fünfter hinterster Bogen, den ich auf der linken Seite immer schwächer fand, als auf der rechten. Am Ende dieses Tages haben wir also wieder vier Blutströme, die aber nicht die Blutströme des dritten Tages sind. Dafs ich mich hierin nicht geirrt habe, erweisen mir vielfältige Beobachtungen, die im Einzelnen anzuführen hier nicht möglich ist. Während dieser Metamorphose am vierten Tage verdickt sich der erste Kiemenbogen sehr, und sein unteres Ende wird kolbig. Da er dieses Ansehn in geringem Grade schon am dritten Tage hatte, so ist schon daran seine Identität kenntlich. Der zweite Bogen erhebt sich dagegen nach aufsen in ein Blatt, welches nach oben und unten in die allgemeine Ebene des Halses ausläuft, in der Mitte aber mit elliptischem Rande stark vorragt; der convexe Rand dieses Blattes ist zuerst fast nach aufsen, je mehr es wächst, um desto mehr aber nach hinten gerichtet, so dafs man am Ende des vierten Tages etwas von hinten beobachten mufs, um die ansehnliche zweite Kiemenspalte, die er etwas überdeckt, zu erkennen *). Zwischen dem vierten und fünften Gefäfsbogen bildet sich eine länglich-rundliche Spalte, während die andern Spalten sich etwas vergröfsern, mit Ausnahme der vordersten, die sich durch ein zartes Bildungsgewebe in der zweiten Hälfte des vierten Tages anfüllt, und am Ende desselben völlig geschlossen ist, nur in der Durchsichtigkeit die ehemalige Trennung zu erkennen gebend. Wir haben also auch drei Kiemenspalten, die nicht die frühern sind, indem eine neue hinzugekommen und eine frühere verschwunden ist (§. 5. *o*.). Der ganze Apparat der Kiemenbogen hat, von der untern Fläche angesehen, eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Kiemengerüste der Fische, besonders wenn wir dieses im skelettirten Zustande betrachten. Alle

*) Dieses Blatt ist es, welches Rathke Kiemendeckel nennt, dessen Bedeutung es zu haben scheint.

Bogen haben sich etwas verdickt, am meisten freilich die beiden ersten, und ihre untern Enden werden nicht blofs durch eine dünne Haut verbunden, wie am dritten Tage, sondern sie sind zusammengerückt, und in der Mittellinie liegt ein Streifen festeren Bildungsgewebes, ähnlich der mittlern Knochenreihe im Kiemengerüste der Fische. Spaltet man die Rachenhöhle auf, so sieht man, wie sie vorn breiter ist und nach hinten sich trichterförmig verengt. Im vordern Theile ist eine etwas verdickte, aber noch wenig isolirte Stelle über den beiden ersten Kiemenbogen. Diese verdickte Stelle zeigt nach hinten schon zwei kurze Schenkel. Ich halte sie für die erste Anlage des Zungenbeins.

Da der stärkste Strom des Blutes durch den dritten und vierten Gefäfsbogen geht, so wird jetzt noch ein gröfserer Theil der Aortenwurzel zur Kopfschlagader. An diesem Tage fand ich aufser derselben ein Gefäfs, das ich für die Wirbelschlagader hielt. Das Blut, das auf das Hirn geführt wird, breitet sich fast strahlenförmig in mehrere Bogen über die Hirnblasen aus, und sammelt sich in Venen, von denen eine in Form eines Blutleiters in der Mittellinie der Vierhügel liegt. Aus der Aorta gehen sehr deutliche Gefäfszweige in alle Wirbelzwischenräume ein. Im Gefäfshofe liegen Venen und Aorten mit ihren Verzweigungen dicht neben einander.

s. Wirbel.

Die Wirbelanlagen in den Rückenplatten verlängern sich nach unten gegen die Wirbelsaite, wodurch der Stamm der Wirbelsäule mehr ausgebildet wird; nach oben erreichen sie sich aber nicht.

t. Extremitäten.

Die Extremitäten verwandeln sich aus Leisten in Blätter, welche hinten breiter und zugerundet sind, und nicht mehr auf dem Rande der Bauchplatte zu sitzen scheinen, sondern, da diese breiter geworden sind, auch auf der Furche zwischen den Bauch- und Rückenplatten ihre Basis haben.

u. Centraltheil des Nervensystems.

Im Rückenmarke bilden sich beide Blätter mehr aus und sondern sich von einer äufserst zarten Hülle, welche noch sehr eng an den Rückenmarksblättern anliegt, und kaum ohne Verletzung getrennt werden kann. Ich habe daher nicht unterscheiden können, ob die Rückenmarksblätter oben mit einander verwachsen sind, oder nicht, doch scheinen sie blofs von der Hülle zusammengehalten, nach unten sind sie aber durch eine dünne Masse verbunden, die nicht zur Hülle gehört. In jedem Blatte zeigt eine deutliche innere Furche eine Theilung in einen obern und einen untern Strang an, von denen der untere stärker ist. Im verlängerten Marke legen sich beide Blätter weit aus einander; die Kräuselungen, die man am dritten Tage sah, sind zu deutlichen Queerstreifen geworden. Die vierte Hirnhöhle ist noch von einem Blatte bedeckt, das Nervenmasse zu enthalten scheint. Nicht nur zeigt es unter dem Microscope diese Ansicht, sondern es wird auch im Wein-

geiste völlig weifs, wie Nervenmasse. Dieses aufliegende Blatt klebt an den Rückenmarksblättern im ganzen Umfange der vierten Hirnhöhle eng an, läfst sich aber ohne alle Zerreifsung glatt von ihnen ablösen, und scheint eine Verdickung der hier schon mehr getrennten Hülle. Aus allem geht also hervor, dafs aus der ursprünglichen kanalförmigen Anlage für den Centraltheil des Nervensystemes sich eine Hülle von dem eigentlichen Nervenmarke trennt, dafs dieses Nervenmark nach oben gespalten ist, was am fünften Tage noch viel deutlicher wird, und dafs auf der vierten Hirnhöhle, wo sich die Blätter des Nervenmarkes am weitesten aus einander geben, eine Lage von nervenähnlicher Masse aufliegt, grade wie auf der vierten Hirnhöhle mancher Amphibien. Diese aufliegende Masse ist, wie in den Amphibien, so auch im Hühner-Fötus, vom kleinen Hirne und verlängerten Marke getrennt. Das kleine Hirn ist schon deutlich da. Die Rückenmarksblätter breiten sich nämlich, nachdem sie die vierte Hirnhöhle gebildet haben, auf jeder Seite in ein mehr senkrecht stehendes rundliches Blättchen aus. Beide Blättchen klaffen hinten weit aus einander, stofsen aber nach vorn zusammen, und umschliefsen einen kurzen und engen Kanal, der in die Blase der Vierhügel führt. Diese Blätter waren im Grunde schon am dritten Tage kenntlich, obgleich weniger bestimmt, da sie überhaupt von der äufsern Hülle noch nicht deutlich geschieden waren. Am vierten Tage aber ist der Character des kleinen Hirnes unverkennbar, wenn auch nicht alle Theile desselben da sind, die dem kleinen Hirn in höhern Thieren zukommen. Die Vierhügel bilden die gröfste Blase. Sie erscheint nach oben geschlossen; die Höhlung, die sie enthält, wollen wir die Sylvische Hirnhöhle nennen. Die darauf folgende Hirnblase, die früheste von allen und ursprünglich die vorderste, bildet die Region der dritten Hirnhöhle und ist viel niedriger und kürzer, als die eben beschriebene. Aus der Mitte der Decke dieser Hirnhöhle zieht sich in der zweiten Hälfte dieses Tages schon die Nervenmasse etwas zurück, so dafs man eine helle Lücke in der Mittellinie erkennt. Zugleich bekommt sie in der Decke eine seichte Einkerbung der Queere nach. Die dritte Hirnhöhle steigt tief gegen die Schädelbasis herab, und diese Verlängerung ist der Trichter. Da die Vierhügel weiter nach vorn (im Verhältnifs zum ganzen Embryo) liegen, und überhaupt alle Hirntheile, die ursprünglich hinter einander lagen, sich allmählig zusammenkrümmen, so bleibt eine Lücke zwischen dem Trichter, dem kleinen Hirne und den Vierhügeln. Die Lücke ist jetzt schmaler, als am dritten Tage. In dieser Lücke liegt die Rückensaite und zugleich umgebendes, dem Stamme der Wirbelsäule gehöriges Bildungsgewebe, mit immer schärfer werdender Umbeugung. Von der Stirn und Scheitelgegend aus sind die Seitenventrikel durch eine tiefe Einsenkung von ein-

ander abgegrenzt, aber nicht völlig geschieden. Es scheint, daſs ihre Nervenblätter in der Mitte zusammenstoſsen, sie sind aber von der Hülle noch nicht deutlich getrennt. Das Hirn besteht also aus Blasen, welche ich nach den Ventrikeln benannt habe, da sonst ein Name gefehlt hätte, um die Blase für die dritte Hirnhöhle zu bezeichnen. Allein die Wandung dieser unter sich zusammenhängenden Blasen ist nicht mehr ein so einfaches Blatt, als am dritten Tage. So wie schon im Rückenmarke der untere Strang jeder Seite deutlicher ist, so ist die Fortsetzung desselben im Hirne als ein erhabener Strang noch viel kenntlicher. Diesen Strang sieht man, obgleich seitlich immer in die Seitenwand übergehend, deutlich auf den Boden der vierten Hirnhöhle und der Sylvischen Höhle bis in die dritte Hirnhöhle verlaufen. Hier bildet der Strang den Trichter. Während aber am Anfange des dritten Tages die hintere Wand des Trichters das eigentliche Ende des untern Randes des Rückenmarkes schien, und am Ende des dritten Tages, wo man schon die Andeutung eines Stranges erkennt, der Uebergang in die vordere und hintere Wand des Trichters gleichmäſsig war, ist am vierten Tage der Uebergang in die hintere Wand des Trichters schwach im Verhältniſs zu dem sehr verdickten Uebergange in die vordere Wand. Diese ist jetzt das vorzügliche Ende des Stranges, in welches er mit ziemlicher Dicke übergeht, und dadurch dem Eingange des Trichters einen wülstigen Saum giebt. Dieses Ende des Stranges bildet in der Vorderwand des Trichters eine Anschwellung, die fast wie eine plötzliche Umbeugung aussieht, allein bei der Kleinheit der Theile läſst sich darüber nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Endlich verliert sich der Strang aber auch mit einer kaum merklich erhobenen Fortsetzung in die Blase des Seitenventrikels seiner Seite oder in die Hemisphäre des groſsen Hirnes.

v. Sinnesnerven und Sinnesorgane.

Mehrere der Hirnventrikel verlängern sich in die hohlen Sinnesnerven. Die hohlen Eingänge in dieselben sind an erhärteten Hirnen von der innern Fläche der Hirnblasen aus deutlich und ohne viel Schwierigkeit erkenntlich, und zwar der Eingang in den Hörnerven aus der vierten Hirnhöhle zwischen den Blättern des kleinen Hirns und den Blättern des verlängerten Markes, der Eingang in den Sehnernen aus dem dritten Ventrikel vor dem Trichter, der Eingang in den Riechnerven aus dem Seitenventrikel in der untern Fläche desselben. Da noch keine Faserung zu erkennen ist, so kann man über den Uebergang der einzelnen Hirntheile nur nach der äuſsern Gestaltung urtheilen, und nach diesen scheinen die Sinnesnerven nicht aus beschränkten Stellen, sondern vom ganzen Umfange der Hirnblasen zu entspringen; so daſs also z. B. der Sehnerve nicht von der Stelle käme, die künftig zum Sehhügel wird, sondern im eigentlichen Sinne des Wortes eine Verlängerung der Hirnblase ist, die die dritte Hirnhöhle einschlieſst.

Hiernach sind überhaupt die Sinnesnerven Hervorstülpungen des Hirnes in die Leibesmasse, und die Sinnesorgane dadurch bewirkte Modificationen der letztern.

w. Auge.

Am deutlichsten bewährt sich dieses im Auge. Oeffnet man ein in Weingeist erhärtetes Auge vom vierten Tage, so findet man die Netzhaut verhältnifsmäfsig sehr dick und fest, so dafs man sie ohne sonderliche Mühe vollständig von den andern Blättern getrennt darstellen kann. Dieses Markblatt bildet nun eine feste kugelförmige Höhle, welche durch einen hohlen Kanal mit der dritten Hirnhöhle verbunden ist, und füglich als ein nach der Seite getretener Hirnventrikel betrachtet werden könnte. Der Kanal, der sich in diesen Ventrikel ausdehnt, der künftige Sehnerve nämlich, steigt von innen nach aufsen, dehnt sich dann plötzlich zur Netzhaut aus, und zwar so, dafs in derselben Richtung, die der Sehnerve schon vor dem Eintritte hatte, in der hintern (oder, wenn wir den Kopf auf die Schädelbasis stellen, untern) Fläche der Netzhaut ein heller Streifen verläuft, in welchem dieselbe sehr verdünnt ist. Allerdings ist der verdünnte Streif auch nach innen gestülpt, aber nur sehr wenig. Die Verdünnung sieht aber grade so aus, wie am dritten Tage die vertiefte Furche, die durch die untere Mittellinie aller Hirnblasen durchgeht (§. 5. *aa.*), oder die untere Naht der Rückenmarksblätter. Hiernach wäre jede Netzhaut nach hinten (oder unten) beinahe gespalten.

Die Blase der Netzhaut hat keinen so dünnen Inhalt, als die Hirnblasen, sondern ein dickflüssiges Eiweifs, den Glaskörper, der sich, nach der Behandlung in Weingeist, ausschälen läfst. Die Netzhautblase ist ferner nicht überall durch Nervenmasse geschlossen, sondern hat eine kreisförmige Oeffnung an ihrem Ende, welche durch die Linse ausgefüllt wird. Diese ist ziemlich ansehnlich. Die Kapsel und die Linse selbst sind deutlich zu unterscheiden. Die Blase der Netzhaut ist von einer völlig getrennten Haut umgeben, die auf der innern Fläche schon sehr stark dunkel gefärbt ist. Die dunkle Färbung hat sie jedoch nur bis zur Linsenkapsel, d. h. also so weit auch die Netzhaut geht. Vor dieser Stelle ist sie ganz durchsichtig, und liegt dicht an der Vorderwand der Kapsel an. Eben dem Gegensatze zur Netzhaut mufs sie ihre dunkle Färbung verdanken, denn unter dem Streifen, wo diese verdünnt ist, bleibt jene ungefärbt. Dies ist die so viel beschriebene sogenannte Spalte in der Gefäfshaut, die aber keine Unterbrechung des Zusammenhanges ist. Die äufsere Haut liegt eng auf der Augenhaut, ist verdünnt und gewölbt, ohne Spur von Augenlieder. Die vordere Augenkammer fehlt.

x. Ohr.

Von dem Ohre kann ich nur angeben, dafs sein innerer Theil noch mehr verdeckt ist, als am dritten Tage. Im Boden der Rachenhöhle erkannte ich

aber eine tiefe gegen das Ohr gerichtete Grube, wahrscheinlich der Anfang der Ohrtrompete.

y. Nase.

An der Stelle, wo am dritten Tage der Riechnerve hervortritt, bildet sich am vierten Tage in der nun verdickten Schädelmasse ein längliches Grübchen mit wulstigem Rande, die Nasengrube. Beide Nasengruben liegen ziemlich dicht zusammen.

z. Oberkiefer.

Unter dem Auge, und zwar vom hintern Rande desselben anfangend und nach vorn wachsend, erhebt sich eine schmale Leiste aus Bildungsgewebe. Es ist der zukünftige Oberkiefer. Der Unterkiefer ist als solcher noch nicht kenntlich, obgleich er schon da ist, denn der erste Kiemenbogen verwandelt sich in ihn, und in so fern er am vierten Tage schon dicker wird, als die andern, hat die Umwandlung in den Unterkiefer auch begonnen.

aa. Andere Theile des Eies.

Was die Metamorphose der Eitheile anlangt, so bemerken wir fortgehende Verminderung des Eiweifses, besonders über dem Dotter, weshalb dieser mit der umgebenden Hülle oft schon die Eischaalenhaut berührt. Hierdurch und durch den Umstand, dafs ein bedeutender Theil des Gefäfshofes am Luftraume sich herabzieht, scheinen die Gefäfse desselben der unmittelbaren Einwirkung der Luft ausgesetzt. Der Gefäfshof dehnt sich nämlich allmählig über die Hälfte der Dotterkugel aus, den übrigen Raum hat der Dotterhof fast ganz eingenommen, so dafs nach unten kaum ein Kreis von wenigen Linien im Durchmesser von der Keimhaut unbedeckt bleibt. Die Dotterhaut ist viel zarter geworden und zerreifst leicht. Der Dotter hat sich merklich vergröfsert und ist gröfstentheils flüssig geworden, indem er zugleich eine weifsgelbe Farbe annimmt. Er gleicht einer Emulsion. Diese Metamorphose beginnt zuerst unter dem Embryo, und zeigt sich dann im ganzen Umfange der Dotterkugel. Der Luftraum hat ansehnlich zugenommen.

§. 7.

Fünfter Tag.

a. Vorbemerkung.

Der fünfte Tag scheint bestimmt zu seyn, das zu vollenden, was der dritte und vierte eingeleitet haben, und die Verhältnisse vorzubereiten, die in der dritten Periode in Wirksamkeit treten; denn die Abschnürung des Embryo erreicht den höchsten Grad. Dagegen entwickelt sich der Harnsack zum Athmungsorgan.

b. Abschnürung. Dottergang.

Der Nabel verengt sich nämlich von allen Seiten, und zwar ist der Darmnabel am Ende dieses Tages schon ein enger Kanal, der senkrecht in den Darm führt. Dieser Kanal ist der *Dottergang*, der von nun an bis kurze Zeit vor der

Geburt fast unverändert bleibt. Vorderer und hinterer Eingang in den Speisekanal sind zusammengerückt, und kein Theil des Darmes ist mehr rinnenförmig. Der Hautnabel ist zwar viel weiter, als der Darmnabel, wird aber doch, nachdem der weite Theil des Harnsackes durchgetreten ist und nun der dünn sich ausziehende Stiel dieser Blase nachfolgt, sehr viel enger, als am vierten Tage. Er umschliefst den Dottergang und den Stiel des Harnsackes mit den zu beiden gehörigen Gefäfsen.

c. Lage des Harnsackes.

Der Harnsack liegt nun gröfstentheils aufserhalb des Leibes, und nur der Stiel geht in diesen ein. Da der Harnsack sich zwischen der Gekrösplatte und Bauchplatte der rechten Seite durchgedrängt hat (§. 6. *m.*), so liegt er immer rechts am Embryo, und zwar in dem Raume zwischen der obern und untern Lage der Kappe, und wenn diese schwindet, zwischen dem Amnion und der serösen Hülle. Der Harnsack erreicht einen Durchmesser von 4 — 5 Linien und ist sehr gefäfsreich.

d. Seröse Hülle.

Beide Blätter des Amnions erleiden aber auch eine Metamorphose. Nachdem sich das Amnion geschlossen hat, lösen sie sich von einander, und diese Lösung scheint noch durch die Vergröfserung des Harnsackes befördert zu werden. Dadurch wird 1) das Amnion jetzt eine nach oben abgelöste, selbstständige Hülle, 2) hat sich aus dem obern Blatte eine neue Hülle gebildet, die oben das Amnion mit dem Embryo bedeckt, nach aufsen aber so weit reicht, als die Keimhaut, deren seröses Blatt sie ja eben ist. Dieses seröse Blatt ist nur jetzt sehr weit von der untern Lage getrennt, so dafs ein ausgedehnter Raum zwischen dem Amnion, der tiefern Lage des Keimblattes, und dem abgelösten serösen Blatte da ist, in welchen Raum die Bauchhöhle des Embryo durch den Hautnabel übergeht.

Auf die Entstehung dieser neuen äufsern Hülle, die wir die *seröse Hülle* nennen, folgt eine merkliche Verdünnung und endliche Zerreifsung der Dotterhaut. So bald diese zerrissen ist, zieht sich das Eiweifs rascher als früher vom Dotter weg, und weicht nach dem spitzen Ende des Eies, wo man noch eine Zeitlang die Hagelschnüre findet.

e. Ausdehnung der Keimhaut.

Die Keimhaut hat sich unterdessen so vergröfsert, dafs der Gefäfshof fast $\frac{2}{3}$ des Dotters einnimmt und der Dotterhof den übrigen Raum. Der Dotterhof ist sehr dünn und klebt so fest am Eiweifse an, dafs er beim Abtrennen des Eiweifses leicht zerreifst, daher die Angabe, dafs der Dotter hier gar nicht umschlossen sey, sondern eine Lücke seiner Hülle durch das Eiweifs, wie durch einen Pfropf verschlossen werde, wogegen eine sorgfältige Untersuchung mir entschieden zu sprechen scheint.

f. Die Kappe schwindet.

Da die Spaltung innerhalb der Keimhaut immer weiter vorrückt, so ist endlich nichts da, was die untere Lage am Rande der Kappe in die Höhe hielte. Der Winkel, den der Umfang der Kappe gebildet hat, wird nämlich durch die Trennung aufgehoben. Der ganze Umfang sinkt also wieder, und hiermit ist das Ansehn der Kappe verschwunden, wenn man nicht noch den trichterförmigen, an die untere Fläche des Embryo sich anlegenden Uebergang der Keimhaut in den Dottergang dafür gelten lassen will.

g. Form des Embryo.

Der Embryo liegt ganz auf der linken Seite und ist so stark zusammengekrümmt, dafs Kopf und Schwanz sich meistens berühren. Da nun der Harnsack an der rechten Seite des Embryo liegt, so erreicht er die höchste Gegend und wird nur durch die seröse Hülle von der Schaalenhaut getrennt.

Der Kopf ist dem Rumpfe an Masse gleich. Die Vierhügel ragen stark vor, der Hals wächst rasch, ist aber an der untern Seite noch immer viel kürzer, als an der obern, so dafs er sich nicht gerade strecken läfst. Der Nacken ist hinter dem Kopfe besonders stark, aber in einen grofsen Bogen fast gleichmäfsig gekrümmt.

Die Bauchplatten haben sich ansehnlich in der Höhe vergröfsert. Die Bauchhöhle ragt noch etwas in den Hals. Die Leber liegt schon im Rumpfe in der Gegend der vordern Extremitäten, aber vom Herzen befindet sich noch mehr oder weniger vor denselben. Das Zurückziehen des Herzens scheint auf die Krümmung des Halses zu wirken, da die Gefäfsbogen noch mit der Rachenhöhle verbunden sind und durch das Herz nach hinten gezogen zu werden scheinen.

h. Darmkanal.

Beide Darmhälften bilden einen scharfen Winkel unter sich gegen den Dottergang, indem das Gekröse sich stark in der Mitte seiner Ausdehnung vergröfsert hat.

Die Weite des Speisekanals hat im Allgemeinen zugenommen, und die einzelnen Theile treten viel bestimmter hervor. Der Magen ist nicht nur scharf abgegrenzt gegen den Darm, sondern ist viel weiter und ragt nach links in Form eines Blindsacks vor und bekommt eine dicke Wandung.

i. Athmungsorgane.

Die Lungenflügel haben sich von dem Speisekanale fast ganz gelöst, der sehr merklich verlängerte Mitteltheil liegt aber noch eng an. Die Luftröhrenäste nicht nur haben sich verlängert, sondern auch der Stamm der Luftröhre ist, jedoch weniger, gewachsen, und der Speiseröhre ganz ähnlich, aus einem engen, dunklen Kanal von Schleimhaut mit einer dicken äufsern Lage der Gefäfsschicht bedeckt. Man sieht also, dafs Speisekanal und Luftweg sich so von einander trennen, dafs die Scheidewand immer weiter nach vorn sich verlängert *).

Die

*) oder die Luftröhre sich mehr herauszieht.

Die Leber ist sehr ansehnlich. Beide Lappen sind dicker geworden, und scheinen im Innern eine schwammige Textur zu haben. Eine genauere Untersuchung zeigt, dafs die Venen sich überall mit weiten Aesten zwischen die Gallengänge verzweigt haben. Die Gallengänge haben einen gemeinschaftlichen Stamm.

k. Leber.

Das Pankreas tritt aus der Gefäfsschicht hervor und hebt einen Theil derselben vom Speisekanal ab. Um die Stelle, wo das Pankreas hervortritt, bildet der Darm eine starke Windung. So entsteht eine erste Umbeugung oder Schlinge, die dem Zwölffingerdarm eigen ist, und am nächsten Tage deutlicher wird. Indem sich der Magen zu wölben anfing, hatte sich die Gefäfsschicht dieser Gegend sehr verdickt. Da nun die stärkste Wölbung des Magens ursprünglich nach oben und zuweilen etwas nach rechts lag (§. 6. *g.*), am fünften Tage aber der Magen sich so dreht, dafs die Wölbung sich nach links stellt, so wird die äufserste Lage der Gefäfsschicht, indem sie an der Drehung keinen Antheil nimmt, vom Magen getrennt, und wandelt sich später in ein gesondertes Blatt, das Netz, um. In diesem Blatte sieht man zuerst am fünften Tage ein blutrothes Körperchen, die Milz.

l. Pankreas. Erste Darmwindung.

m. Netz. Milz

Die Blinddärme haben noch die Form von stumpfen Kegeln. Der weite Darm ist ganz kurz. Der After erscheint in Form einer einfachen Queerspalte. Dadurch wird der Schwanz für immer abgegrenzt.

n. Blinddärme. Weiter Darm.

Die Wolffischen Körper haben an Höhe und Breite sehr zugenommen, und sind überaus blutreich. An ihrer innern Fläche erscheint ein rundlicher Streifen von Bildungsgewebe, der Hoden oder Eierstock. Nach oben und aufsen ein anderer blattförmiger Theil, der vom Wolffischen Körper in die Wand der Bauchhöhle übergeht. Die hohlen Queergänge im Wolffischen Körper verzweigen sich und winden sich. Man sieht im Wolffischen Körper nach dem Absterben des Embryo einzelne Blutströpfchen, und es schien mir deutlich, dafs diese Blutansammlungen im Innern der erwähnten Gänge liegen, und ich kann daher nicht umhin, die schon früher ausgesprochene Ansicht (§. 5. *x.*) hier noch zu bestätigen, dafs die Wolffischen Körper ursprünglich aus Verzweigungen eines Gefäfsstammes sich bilden, welches mit Sicherheit zu bestimmen mir nicht gelungen ist, wie im nächsten Abschnitte näher untersucht werden soll. Am 5ten Tage sieht man deutlich den Stamm der Hohlvenen mit vielen kleinen Wurzeln aus der innern Seite der vordern Enden beider Wolffischen Körper hervortreten und hinter der Leber hinaufsteigen.

o. Wolffische Körper.

Das Herz ist noch mehr zusammengezogen, als früher, so dafs die Vorkammer an die Aortenwurzel angrenzt. Zwar liegt immer noch jene links und etwas nach hinten, diese rechts und etwas nach vorn, allein das linke Herzohr ist so

p. Herz.

zurückgewichen, daſs es ungefähr gleiche Höhe mit dem rechten hat, und das letztere liegt nicht blos an der linken Seite der Kammer, sondern schon etwas über ihr. Die Spitze der Kammer ist nach hinten gekehrt und hat sich mehr zugespitzt. Beide Herzohren sind stärker gekerbt, und krümmen sich etwas nach unten; der mittlere Venensack läſst äuſserlich eine beginnende Einschnürung bemerken.

Der Ohrkanal hat seine gröſste Länge und ist so durchsichtig, daſs man in ihm eine innere Falte als dunklen Streif erkennt. Die Herzkammer ist völlig dunkel, die Scheidewand in ihr hat so zugenommen, daſs sie das Innere in zwei Kammern trennt, die nur durch eine längliche Lücke mit einander in Verbindung stehen. In der Aortenzwiebel sind zwei von einander getrennte Gänge, die aber äuſserlich nicht zu erkennen sind. Es muſs also die Mitte des spaltförmigen Kanals, den wir am vierten Tage fanden, verwachsen seyn. Beide Gänge scheinen sich etwas um einander zu drehen, so daſs der eine, der mehr nach unten liegt, von hinten und rechts nach vorn und links geht, der andere, der mehr oben verläuft, von hinten und links nach vorn und rechts geht. Der erste kommt also aus der rechten Abtheilung der Kammer, der letztere aus der linken. Beide scheinen durch zwei verschiedene Blutströme entstanden. Da nämlich die Falte in der Herzkammer immer mehr in eine schiefstehende unvollständige Scheidewand sich ausbildet, muſs der Blutstrom in ihr getheilt werden, der eine läuft mehr nach der Bauchseite in den Raum, welcher zur linken Kammer sich auszubilden bestimmt ist. Indem dieser nun in der Spitze der Kammer sich umwendet, um in den anfangs einfachen Kanal der Aortenzwiebel zu gelangen, erhält er nothwendig, auſser der Richtung von hinten nach vorn, die von links nach rechts und von unten nach oben; der Strom in der zweiten Höhlung läuft mehr oben und nach rechts, indem er hier umkehrt erhält er die Richtung von rechts nach links, und von oben nach unten. Die Richtung von hinten nach vorn ist beiden Strömen gemeinschaftlich, allein da sie beide auſserdem noch eine verschiedene haben, so kann es nicht fehlen, daſs sie, obgleich anfangs in einen gleichmäſsigen, fast runden Kanal zusammengedrängt (am dritten Tage), diesen Kanal allmählig nach zwei Richtungen ausfurchen (am vierten Tage §. 6. *q*.). Beide Richtungen können aber nicht ganz aus einander fahren, sondern da alles Blut doch nur durch die ausführlich beschriebenen Gefäſsbogen in der Aorta seinen Ausgang findet, so müssen beide Ströme in einem Bogen allmählig die entgegengesetzte Richtung annehmen. Daher die spiralförmige Drehung. Die spätere Umänderung der Richtung kann, glaube ich, allein die Entstehung der Lungenschlagader erklären. Wir werden daher später wieder auf sie zurückkommen (§. 9. *s*.), wollen sie aber

jetzt aus den Augen verlieren, weil das Phänomen dadurch wenigstens für die Darstellung sehr complicirt wird. Indessen machen wir darauf aufmerksam, wie eben durch den Umstand, dafs beide Ströme, nachdem sie sich kreuzend aus einander gefahren sind, wieder sich gegen einander richten müssen, das knollenartige Ansehen der Aortenzwiebel entsteht, welches dieselbe am Ende des vierten und im Anfange des fünften Tages auszeichnet. Diese Anschwellung ist eine Folge der seitlichen Erweiterung der innern Höhle, und wächst allmählig von hinten nach vorn. Sie ist etwas weniger auffallend am Ende des fünften Tages, weil die Ausdehnung bis in das vordere Ende sich erstreckt hat.

Nachdem also die innere Höhlung am vierten Tage zu einer gedrehten Spalte ausgefurcht war, und die beiden Blutströme in den Winkeln dieser Spalte hinschiefsen, drängt sich in die unausgefüllte Mitte der Spalte das benachbarte Bildungsgewebe hinein, und aus der gedachten Spalte werden zwei spiralförmig um einander sich windende Kanäle. Die Scheidewand zwischen beiden ist noch schmal.

q. Kiemenapparat.

Wir sahen am Schlusse des vorigen Tages vier Gefäfsbogen, von denen die beiden mittlern die stärksten waren. Der vordere (ursprünglich der zweite Bogen) wird am fünften Tage immer schwächer, und ist bald nicht mehr zu erkennen. Die hintersten Bogen, die am vorigen Tage noch sehr schwach waren, werden stärker, jedoch der linke nie so stark, als der rechte. Man sieht daher auf der rechten Seite drei starke Gefäfsbogen, auf der linken Seite auf den ersten Anblick oft nur zwei; den dritten erkennt man nur bei einiger Aufmerksamkeit.

Die ehemalige erste Kiemenspalte wird unterdessen ganz unkenntlich: die vierte oder hinterste Spalte bleibt nur klein und ist mehr rundlich, als die andern. Gegen Ende des fünften Tages verschliefsen sich die beiden hintersten Spalten. Etwas länger besteht die ursprünglich zweite Spalte; obgleich sie von dem immer mehr sich vergröfsernden und nach hinten sich richtenden Lappen, den R a t h k e Kiemendeckel nennt, überdeckt wird, so ist sie doch, wenn derselbe aufgehoben wird, noch am Schlusse dieses Tages deutlich. Auch die hintern Spalten sind, ehe sie verwachsen, etwas schief gestellt, so dafs man die Kiemenbogen ein wenig nach vorn schieben mufs, um sie zu sehen. Es ist, als ob die Kiemenbogen durch die Gefäfsbogen nach hinten gezogen würden. Der ehemalige erste Kiemenbogen verdickt sich aber sehr, und hebt sich aus der Ebene der übrigen Kiemenbogen sehr merklich hervor. Eben dadurch wird nun auch der Kiemendekkel, der jetzt mit ihm verwachsen ist, flacher gestellt. Der erste Kiemenbogen ist nämlich in der Umwandlung zum Unterkiefer begriffen. Dieser besteht also nie aus zwei getrennten Hälften, sondern hat in der Mitte den fünften Tag hin-

durch nur eine Einkerbung. Oberhalb der beiden ersten Kiemenbogen, d. h. der Rachenhöhle näher, bildet sich das Zungenbein, dessen beide hinteren Aeste ich jetzt sehr deutlich erkannte. Sie liegen zunächst am zweiten Kiemenbogen, und die Enden sind daher dem Kiemendeckel zugekehrt, wie in den Fischen.

r. Rücken. Wirbelsäule.

Der Rücken ist noch immer sehr flach, dagegen die Furche zwischen Rükken- und Bauchplatten ziemlich tief. Die Wirbelhälften erreichen einander nach unten und umschliefsen die Rückensaite, die ansehnlich an Dicke zugenommen hat. Auch nach oben scheinen sie sich mit sehr dünnen Fortsetzungen zu erreichen, an den Seiten aber werden sie consistenter, indem in ihnen dunkelkörnige Masse sich ansetzt. Sie nimmt sowohl die innere als die äufsere Fläche jedes Wirbels ein. Die dunkle Masse der äufsern Fläche geht ununterbrochen bis in die Bauchplatten ein, und dieser Theil der dunklen Streifen mufs die Queerfortsätze, auch wohl die Rippen enthalten. Am fünften Tage habe ich endlich zuerst die Rückenmarksnerven erkannt, jedoch nur, indem ich die Bauchplatte von der Wirbelsäule abrifs, wo denn die zarten Nervenenden zwischen je zwei Wirbeln kenntlich waren.

s. Extremitäten.

Die Extremitäten haben sich merklich nach hinten verlängert und ihre Form verändert. Aus einem zugerundeten, fast beilförmigen Blatte, welches sie am vierten Tage darstellten (§. 6. *t.*), werden sie meifselförmig. Sie haben nämlich einen rundlichen Stiel, der in ein zungenförmiges Blatt ausläuft. Die Basis des Stiels sitzt in der Rinne zwischen der Rücken- und Bauchplatte, der Bedeutung der Extremitäten entsprechend. Bis um diese Zeit sind sich die Extremitäten so gleich, dafs, wenn man sie abgeschnitten sieht, man sie schwerlich von einander unterscheiden wird. Im Stiele bildet sich gewöhnlich noch im Verlaufe des fünften Tages ein Winkel, der für die vordere Extremität Ellenbogengelenk, für die hintere Kniegelenk ist. Beide Gelenke sind sich völlig gleich. Im Oberarm und Oberschenkel findet sich ein dunkles Fleckchen, die Anlage des künftigen Knorpels und Knochens; der Unterarm und Unterschenkel zeigten zwei dunkle Streifen. Im letzten zungenförmigen Ende ist ein dunklerer innerer noch ungetheilter Lappen enthalten, der ganz die Form des gesammten Lappens nachahmt. Am Ende des fünften Tages wird das zungenförmige Ende breiter.

t. Kiefern.

So wie die Extremitäten am fünften Tage sich viel rascher entwickeln, als früher, so auch die Kiefern. Vom Unterkiefer sprachen wir schon bei Gelegenheit der Kiemenbogen. Der Oberkiefer wird allmählig zu einem ziemlich ansehnlichen Blatte, welches unter den Augen liegt, und sich gegen einen von oben zwischen beiden Nasengruben herabsteigenden Stirnfortsatz verlängert, ohne ihn an

diesem Tage zu erreichen. Der Oberkiefer ist also nicht nur nicht vereint, sondern doppelt gespalten.

Centraltheil des Nervensystems.

Das ganze Rückenmark ist jetzt von einer deutlich isolirten Hülle umgeben. Nur an einigen Stellen der Hirnblasen ist diese Hülle, wie es scheint, noch nicht ganz getrennt, namentlich in der Mitte der Decke. Das Rückenmark ist im Allgemeinen seitlich zusammengedrückt. Seine gröfste Höhe und Breite hat es den Extremitäten gegenüber. Am schmalsten ist es im Halse. In der Nackenkrümmung geben sich plötzlich die Blätter des Rückenmarkes aus einander, und werden viel breiter, schliefsen sich dann als kleines Hirn, dessen Blätter viel mehr nach oben (oder hinten, wenn wir das Hirn für sich betrachten) vorragen, als früher. Die Verbindung zwischen kleinem Hirne und Vierhügeln ist in einen ansehnlichen Kanal ausgezogen, der dem hintern Theile der Wasserleitung der erwachsenen Vögel entspricht. Die Vierhügelblase aber ist sehr vergröfsert, überragt daher vollständig die hintere Wasserleitung und nach vorn einen Theil der dritten Hirnhöhle. Die Blase dieser letztern Höhle hat sich am wenigsten ausgedehnt, und sieht daher kaum mehr blasig aus. Dagegen hat sie sich in ihrem Boden verlängert. Die Eingänge in die Sehnerven und ihre nächste Umgebung weichen nämlich nach hinten (oder unten, wenn wir das Hirn auf seine Basis gestellt denken) zurück, und bilden unter (vor) dem Trichter eine diesem ähnliche Vorragung. Beide Eingänge werden dadurch einander sehr genähert. Wir wollen diese Verlängerung die *Sehnervengrube* nennen. Sie ist schon am vierten Tage kenntlich. Die obere Einkerbung in queerer Richtung, die am vorigen Tage in der Decke dieser Gegend bemerklich wurde (§. 6. *u.*), hat am fünften Tage einen hintern, mehr cylindrischen Theil von einem vordern, mehr blasigen, abgegrenzt. In diesem Theile stehen die Markblätter oben aus einander. Die Blase für die Seitenventrikel oder das grofse Hirn ist sehr tief, die Blase für die Sylvische Hirnhöhle (Vierhügel) weniger tief in der Mitte der Decke eingesenkt. Von der innern Fläche aus sah ich aber deutlich Hirnmasse auf diesen einspringenden Falten. Ich kann also das Hirn nicht für gespalten an dieser Stelle ansehen, obgleich von oben betrachtet der Anschein da ist, da die weniger weifse Hülle sich in die Spalte einsenkt und die Hirnmasse verdeckt. Im Innern des Hirns finden wir die oben beschriebenen Stränge (§. 6. *u.*), die wir schon Hirnschenkel nennen können, da sie den Stamm für alle Hirntheile zu bilden scheinen, sehr verstärkt. Sie verlaufen in den ganzen Umfang des Trichters, aber am schwächsten in die obere (oder hintere, wenn das Hirn auf seine Basis gestellt wird) Wand desselben, stärker in die untere (oder vordere), welche zugleich die obere (hintere) Begrenzung des Ueberganges in die Sehnervengrube ist, mit der

stärksten Fortsetzung endlich in die Hemisphären, wo sie kolbig vor dem Eingange in den Riechnerven aufhören.

Das Hirn hat sich am fünften Tage am stärksten in seinen vordern Theilen gegen sich selbst gekrümmt. Wenn wir das Hirn für sich in dieser Hinsicht beschreiben wollen, ohne auf die Krümmung des ganzen Embryo selbst Rücksicht zu nehmen, jedoch auch ohne das Hirn auf seiner Basis ruhend zu denken, sondern das vordere Ende des Leibes bildend, so finden wir die Vierhügel am meisten nach vorn liegend, nach oben und unten fast gleich weit überragend. Aus dem Rückenmarke steigt das verlängerte Mark in einem stumpfen Winkel nach unten. Darauf folgt eine zweite Umbeugung auch im stumpfen Winkel, indem der Stamm des kleinen Hirns nach vorn verläuft. Dann kommt die rechtwinkliche Umbeugung in den Stamm der Vierhügel. Von hier geht die Umbeugung so stark fort, dafs die Spitze des Trichters nach oben gegen den Stamm des kleinen Hirns gerichtet ist, und die Hauptfortsetzung der Hirnschenkel in die Hemisphären fast gerade nach hinten läuft. Früher war der Eingang in die Sehnervengrube in dieser Richtung, noch früher der Trichter. Dieser ist der zuerst umgebogene Theil, der schon am zweiten Tage sich vor der Umbeugung der Rückensaite herabkrümmt (§. 2. *m.*). Hieraus wird ersichtlich, dafs der Hirnschenkel am unmittelbarsten zu jeder Zeit in den Theil des Hirns übergeht, der am meisten nach hinten gerichtet ist. Mit der veränderten Krümmung ist eine Umänderung im Wachsthum verbunden. Der Trichter ist noch am dritten Tage sehr weit, so wie aber die vordere Zusammenkrümmung zunimmt, und der Trichter gegen die Rückensaite gedrängt wird, nimmt sein Wachsthum ab.

Um die Veränderungen in der Krümmung des Hirns selbst bestimmen zu können, habe ich die Richtungen nur nach ihnen bezeichnet, indem ich die Region der Vierhügel die vordere genannt habe. Nehmen wir aber auf den Embryo selbst Rücksicht, so finden wir, da er am fünften Tage stärker, als an irgend einem andern gekrümmt ist, die Vierhügel noch mehr nach unten, als nach vorn gerichtet, und die vorderste Region des Embryo ist eigentlich unausgefüllt, der Einschnitt nämlich hinter den Vierhügeln, zwischen ihnen und dem verlängerten Marke.

v. Auge.

Das Auge hat sich sehr vergröfsert und seinen weifsen Streifen behalten. In der Netzhaut sieht man diesen Streifen jetzt erhaben, und aus zwei Strängen bestehend, die eine Furche zwischen sich lassen, ähnlich den Hirnschenkeln in den verschiedenen Hirnregionen. Ich fand nicht, dafs die umgebende dunkle Haut hier deutlich nach innen gestülpt war, wie H u s c h k e angiebt, obgleich sie an die äufsere Fläche der beiden Nervenstränge Pigment absetzt. Mitten unter

dem Nervenstreifen ist sie aber ohne Pigment, und zu einer wirklichen Einstülpung ist kaum Raum, da die Furche zwischen beiden Nervensträngen von innen angesehn nicht erhaben, sondern vertieft ist. So sieht wenigstens das Verhältnifs in Augen, die in Weingeist erhärtet sind, aus. In frischem Zustande habe ich sie weniger untersucht. Auf jeden Fall besteht der Streif in der Netzhaut aus zwei Wülsten und einer sehr zarten Verbindung. Die dunkle Haut des Auges schien früher einfach und setzte sich ununterbrochen in die Hornhaut fort. Jetzt fängt sie an sich zu spalten, ein äufseres ungefärbtes aber noch dünnes Blatt steht in unmittelbarem Zusammenhange mit der Hornhaut, ist also die harte Haut (Sclerotica); das innere Blatt ist dunkel gefärbt und hört am Rande der Linsenkapsel auf. Es ist die Gefäfshaut. Der Glaskörper und seine Haut sind deutlich gebildet. Die Linse hat eine starke Wölbung.

w. Nase.

Die Nasengruben werden weit tiefer und durch den vorspringenden Stirnfortsatz mehr getrennt.

x. Ohr.

Das Ohr wird durch einen runden erhabenen Saum bezeichnet. Gewöhnlich ist aber diese Grube während des fünften Tages noch sehr unansehnlich. Nach innen scheint das Ohr durch die Eustachische Trompete schon eine Oeffnung zu haben. Die äufsere Oeffnung bildet sich dagegen gewöhnlich am folgenden Tage, so dafs sie erscheint, wenn die Kiemenspalten geschlossen sind. Ich habe sie aber auch nicht ganz selten gesehen, wenn noch eine oder die andere Kiemenspalte da war.

§. 8.

Allgemeiner Character der zweiten Periode.

a. Die Vorgänge sind dreifach.

Ueberblicken wir die Vorgänge der zweiten Periode, so finden wir zuvörderst eine Reihe von Erscheinungen, welche die in der ersten Periode aufgetretene Abgrenzung des Embryo von der Keimhaut fortsetzen, ferner Erscheinungen, welche in dieser Periode neu auftreten und für sie wesentlich sind, und endlich Fortschritte der innern Ausbildung als Vorbereitung für die Zukunft.

b. Fortgehende Individualisirung.

Die Abschnürung und Einhüllung haben wir schon als höhere Form des Selbstständigwerdens characterisirt, denn durch sie scheidet sich der Embryo von den übrigen Theilen des Eies. Wir erwähnen ihrer hier nur einmal, um in einem Ueberblicke darzulegen, wie eben aus diesem Grunde die Vorgänge der Abschnürung und Einhüllung im ganzen Umfange des Embryo erfolgen, und wie sie in gleichmäfsiger Folge hervortreten, früher nämlich in der Längenachse, und zwar zuerst am vordern, dann am hintern Ende, später in der Queerachse, und

endlich im ganzen Umfange. So haben wir zuerst eine Kopfkappe, dann eine Schwanzkappe, darauf Seitenkappen. Alle sind nur nach einander erscheinende Theile der allgemeinen Kappe, die zuletzt als Ganzes wirkt und den Nabel bildet. Eben so tritt die Amnionsfalte zuerst vorn, dann hinten, zuletzt an der Seite auf, und schliefst sich endlich, von allen Seiten zusammenwachsend. Schon früher waren die Dottervenen in derselben Reihefolge aufgetreten, zuerst die vordern, dann die hintern und zuletzt die seitlichen. Noch früher hatte der Embryo sich vorn, dann hinten und später an den Seiten zusammengekrümmt. Wir sehen also alle Vorgänge, die auf das Verhältnifs des Embryo zu der Keimhaut Bezug haben, denselben Gang gehen, und eine Menge der einzeln nach einander aufgeführten Erscheinungen lassen sich auf den einfachen Satz zurückführen, dafs, während der Embryo sich nach dem angegebenen Gange zusammenrollt, das benachbarte Keimblatt sich zuerst mit seiner untern, plastischen Lage unter des Embryo unterer Fläche bei Bildung der Kappe, und dann mit seinem obern Blatte über seiner obern Fläche in derselben Folge zusammenzieht, um das Amnion zu formen.

c. Ausbildung des plastischen Theils des Leibes ist der zweiten Periode eigenthümlich

Die der zweiten Periode eigenthümlichen Vorgänge sind: 1) die in der ganzen Breite des Keimes (des Embryo nämlich und des Keimblattes), mit Ausnahme der Mittellinie, entstehende Trennung zwischen dem plastischen Theile von der einen und dem animalischen Theile von der andern Seite; 2) die Wendung des Embryo auf die linke Seite, und 3) die Versetzung der Ingestion nach der linken Seite, nachdem sie früher die Unterfläche beherrscht hatte. Es ist auffallend, dafs diese drei scheinbar heterogenen Metamorphosen in der Zeit zusammenfallen, und wir dürfen schon vermuthen, dafs ein Gemeinsames ihnen zum Grunde liegt.

Was zuvörderst das letzte Verhältnifs anlangt, das Auftreten der Ingestion auf der linken Seite, so haben wir dieses schon oben (§. 5. *k.*) besprochen, und gezeigt, wie das Venenblut und der Dotter von der linken Seite in den Embryo gehen. Dagegen wendet sich das, was aus dem Embryo hervorgetrieben wird, nach der rechten Seite, wie der Harnsack mit seinem Inhalte. Ja die ganze rechte Seite des Embryo wächst in der zweiten Periode merklich kräftiger und rascher, und in dieser kräftigen Entwickelung während der frühesten Zeit könnte vielleicht der Grund liegen, dafs bei vielen Wirbelthieren auch in späterer Zeit die rechte Seite kräftiger ist, als die linke. Es geht also auch die Abscheidung neuer Masse mehr nach rechts, als nach links. Ja fast in allen einzelnen Organen offenbart sich dasselbe Verhältnifs, und übt auf die Gestaltung der Theile seinen Einflufs. Von der linken Seite empfängt das Herz sein Blut, und nach der rechten treibt

treibt es dasselbe aus. Hierauf beruht die Art der Gefäſsvertheilung in den Säugethieren und Vögeln, indem, wie auch die einzelnen Modificationen seyn mögen, immer der Hauptstrom des Blutes zuerst nach rechts geht.

Der Grund vom Uebertreten der Ingestion nach der linken und der Egestion nach der rechten Seite möchte wohl darin liegen, daſs die linke Seite des Embryo ursprünglich nach dem ingestiven Pole des Eies zugekehrt ist. Es scheint nämlich, daſs, während der Embryo in seiner ersten Bildung mit der aufnehmenden untern Fläche dem Dotter zugekehrt ist, auch das polare Verhältniſs im Eie sich der Keimhaut und dem Embryo allmählig mittheilt. Daher schon in der ersten Periode der Eintritt des Venenblutes von der linken Seite. Wenn nun die linke Seite allmählig immer mehr Antheil an der physiologischen Bedeutung der untern Fläche nimmt, so scheint es nothwendig, daſs sie auch räumlich in ihre Verhältnisse tritt, und sich nach unten stellt. Dies ist es eben, was wir mit andern Worten ein Drehen des Embryo auf seine linke Seite genannt haben. Der Embryo steht nämlich zum Dotter in nächster Beziehung und empfängt aus ihm seine Nahrung. Seine ingestive Seite muſs daher immer dem Dotter zugekehrt seyn. Die Umänderung des ingestiven und egestiven Gegensatzes und die Wendung auf die linke Seite, sind also nur Erscheinungen derselben Metamorphose.

Aufnahme von der linken und Ausscheidung nach der rechten Seite ist Character des Molluskentypus. Wir schlieſsen also, daſs *in der zweiten Periode der Typus der Mollusken sich der bisher symmetrischen Anlage des Wirbelthieres einbildet.* Man darf aber nicht sagen, daſs der Embryo des Huhnes jetzt auf der Bildungsstufe der Mollusken stehe. Wirbelsäule, Rückenmark und Hirn sprechen zu sehr dagegen. Vielmehr sind nur die plastischen Organe nach dem Typus der Mollusken gebaut, und im animalischen Theile ist nur eine leise Andeutung von Aesymmetrie in der stärkern Entwickelung der rechten Hälfte. Die seitliche Ungleichheit wurde aber begleitet von einer Spaltung der Schichten des Keimes in eine obere und eine untere Lage. Diese Spaltung ist, wie wir gezeigt haben (§. 5. *c.*), nichts als die Bildung der Bauchhöhle, eine Trennung des plastischen Theils vom animalischen durch einen mit Feuchtigkeit gefüllten Raum. Das Selbstständigwerden derjenigen Theile des Keimblattes und des Embryo, welche bestimmt sind, die plastischen Organe zu erzeugen, und, was ganz dasselbe ist, die Bildung der Bauchhöhle, die ja in der ersten Zeit alle plastische Organe von der Rachenhöhle bis zum After enthält, scheint demnach auch eine unmittelbare Folge der Versetzung der Ingestion auf die linke Seite. Ist diese aber wieder die Folge der Einwirkung des gesammten Eies auf den Keim, so scheint Alles, was die zweite Periode besonders characterisirt, auf dieser Einwirkung zu beruhen.

d. Dadurch wird der Character des Wirbelthieres vollständig.

Vergleichen wir den Typus der Wirbelthiere mit andern Hauptabschnitten des Thierreiches, so finden wir, daſs sie sich von allen übrigen Formen 1) durch die der Länge nach durch das ganze Thier laufenden Centraltheile unterscheiden; 2) daſs auſserdem der animalische Theil den Typus der gegliederten Thiere nachahmt, jedoch mit dem Unterschiede, daſs von der Centralachse eine übereinstimmende Bildung nach oben und nach unten geht, daſs also auſser der seitlichen Duplicität noch eine Duplicität nach oben und nach unten sich zeigt, und 3) daſs der plastische Theil nach dem Typus der Mollusken gebaut ist. Es bedarf nicht mehr der Nachweisung, wie alle diese Charactere in der Entwickelung des Hühnchens deutlich und rasch hinter einander hervortreten. Wir bemerken nur nach allem Vorhergehenden, daſs dasselbe schon am Anfange des dritten Tages das Wesentliche des Wirbelthieres vollständig enthält. — Mit dem Hervorbrechen des Harnsackes reiht sich der Vogel-Embryo in diejenige Abtheilung der Wirbelthiere, die weder ihr ganzes Leben, noch ihre Jugend im Wasser zubringen.

Dritte Periode.

§. 9.

Sechster und siebenter Tag.

Der Luftraum ist in steter Vergröfserung. Die Keimhaut umfafst den ganzen Dotter. Der letztere ist daher in eine mit dem Embryo zusammenhängende Hülle eingeschlossen, die man *Dottersack* nennt. Am Dotterhofe klebt das Eiweifs, welches sehr an Consistenz zugenommen hat, fest an, und eben so in der Spitze des Eies an der Schaalenhaut. Den Gefäfshof umgiebt viel mehr als die Hälfte des Dotters; die Grenzvene wird enger, oder fängt schon an zu schwinden. Auch die übrigen Gefäfse sind weniger voll. Die aufsteigende und die absteigende Vene schwinden am schnellsten und sind am siebenten Tage oft nicht mehr kenntlich. Uebrigens liegt überall ein Venenast neben einem Arterienaste. Der Dotter hat sehr an Masse zugenommen und ist fast ganz flüssig, mit Ausnahme eines kleinen Theils, der in der untern Hälfte der Dotterkugel und nicht an der Keimhaut anliegt, sondern mehr nach innen sich befindet. In dem flüssigen Theile des Dotters sind die gröfsern Dotterkügelchen sehr ansehnlich, mit blofsen Augen leicht kenntlich, von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{20}$ Linie im Durchmesser, und ziemlich hell, offenbar von einer beträchtlichen Menge enthaltener Flüssigkeit. Zerdrückt man ein solches Kügelchen, so fallen viele kleinere heraus. Da nun die Zahl der grofsen Dotterkügelchen im Verhältnifs zu der ganzen Masse abgenommen hat, so ist auch nicht zu zweifeln, dafs sich viele von ihnen aufgelöst haben. Der Harnsack überwächst den Embryo von der rechten Fläche desselben nach allen Seiten und breitet sich aus, je nachdem er zwischen der neuen serösen Hülle, der tiefern Lage des Keimblattes und dem Amnion Raum findet. Dadurch wird der Harnsack sehr zusammengedrückt, läfst sich aber doch deutlich als eine zusammenhängende Blase erkennen, welche eine ganz helle Flüssigkeit enthält. Am siebenten Tage hat diese zusammengedrückte Blase den Umfang eines Thalerstückes, und die beiden Hälften sind merklich durch die enthaltene Flüssigkeit gesondert, jede Hälfte läfst noch deutlich das Gefäfsblatt und das Schleimblatt unterscheiden. Das Gefäfsblatt legt sich sehr eng an die seröse Hülle, und diejenige Hälfte des

a. Allgemeine Theile des Eies.

Sackes, welche an dieser Haut anliegt, ist gefäfsreicher, als die nach unten gekehrte. Durch die innige Anheftung des Harnsackes an den obern Theil der serösen Hülle wird der Embryo gleichsam oben angehängt. Eine Folge davon ist, dafs jetzt der Embryo nicht in den Dotter hineindrückt, sondern den Uebergang des Dottersackes in den Dottergang sogar etwas in die Höhe zieht; damit schwindet denn die letzte Spur der Kappe. Das Amnion nimmt vom fünften Tage an schnell an Umfang zu, und füllt sich mit vieler Flüssigkeit.

b. Lage des Embryo.

Gewöhnlich findet man den Embryo nicht mehr in der Mitte der obern Fläche des Dotters, sondern nach dem stumpfen Ende übergeneigt. Die Veranlassung der Ortsveränderung scheint zum Theil in der Ortsveränderung des Eiweifses zu liegen, zum Theil im eignen Gewicht des Embryo. Indem nämlich am fünften Tage die Dotterhaut reifst, und nach Zerreifsung derselben das Eiweifs sich nach dem spitzen Ende zurückzieht, wird die Dotterkugel etwas gedreht. Da um diese Zeit über dem Dotter sehr wenig und unter ihm noch ziemlich viel Eiweifs ist, und dies letztere der Dotterkugel fester anhängt; so folgt daraus, dafs, indem das Eiweifs nach Zerreifsung der Dotterhaut sich nach dem spitzen Ende des Eies zusammenzieht, die obere Hälfte des Dotters nach dem stumpfen Ende gedreht wird. Das eigne Gewicht des Embryo vermehrt diese Drehung. Das Maafs derselben ist aber sehr verschieden, und hängt vielleicht davon ab, dafs die ganze Dotterkugel mit ihrem serösen Ueberzuge sich bald früher, bald später durch den Harnsack an die Schaalenhaut anheftet. Zuweilen bleibt der Embryo ganz in der Mitte angeheftet, dann breitet sich dennoch der Gefäfshof mehr nach dem stumpfen als nach dem spitzen Ende aus.

c. Bewegung

Am sechsten Tage sah ich die erste Bewegung im Embryo, welche im Zucken einzelner Glieder bestand, und vom Hinzutreten der kalten Luft hervorgerufen zu seyn schien. Am siebenten Tage ist die Bewegung allgemeiner. Der Embryo schwingt im Amnion hin und her auf dem Nabel, wie auf einem befestigten Stiele. Am auffallendsten war es mir, dafs dieses Hin- und Herschwanken nicht blofs vom Embryo bedingt wird, sondern noch mehr vom Amnion, welches sich bald an dem einen, bald an dem andern Ende zusammenzieht, indem es sich runzelt. Es schien mir daher eine Art unregelmäfsiger Pulsation im Amnion.

d. Gestalt des Embryo.

Der Embryo ist stark gekrümmt, indessen doch weniger, als am fünften Tage. Namentlich nimmt die vordere Fläche des Halses sehr zu. Seine Krümmung vermindert sich daher, und er kann nun im todten Fötus ziemlich gerade gestreckt werden. Mit dem Geraderwerden des Halses ist das Zurückweichen des Kopfes nach der Rückengegend verbunden und dadurch das schärfere Hervor-

treten eines Höckers im Nacken, der die Umbeugung des Rückenmarkes in das Hirn bezeichnet. Der Rumpf ist sehr aufgetrieben durch Vergröfserung der Leber und Eintritt des Herzens in den Rumpf. Dennoch hat der Kopf wenigstens so viel Masse, als der Rumpf.

Der Nabel ist nicht mehr eine blofse Oeffnung oder ein Ring, sondern ein Kanal, der am Ende des siebenten Tages 1 Linie lang ist. Man kann in der That den Vögeln eine Nabelschnur zusprechen, die nur kurz ist und hohl bleibt. In der Höhlung derselben liegt der Stiel des Harnsackes mit seinen Gefäfsen und eine Darmschlinge mit dem Dottergange, nebst den dazu gehörigen Gefäfsen.

e. Bestimmung der Gefäfse, die aus dem Nabel hervortreten.

Die Dottergefäfse sind zum Theil aus dem Frühern bekannt. Die Arterie ist ein Zweig der absteigenden Aorta. Eine Vene bildet den Stamm der Pfortader, mit welcher sich die andern Darmvenen verbinden. Sie mufs fortan die *vordere Dottervene* heifsen, denn von nun an tritt noch eine hintere Dottervene auf, welche längs des hintern Theils des Speisekanals nach hinten bis dahin läuft, wo die Venen aus dem Schwanze, der Kloake und so weiter zusammentreffen, und verbindet sich mit diesen. Am zehnten Tage hat sie schon eine sehr ansehnliche Weite und läfst nicht zweifeln, dafs sie der communicirende Ast zwischen Pfortader und Rumpfvenen ist, den man erst in neuerer Zeit beschrieben hat, obgleich er im erwachsenen Vogel sehr ansehnlich ist, und von hinten nach vorn dicker werdend ununterbrochen in den Stamm der Pfortader übergeht. Die Gefäfse des Harnsackes sind die insbesondere so genannten Nabelgefäfse. Aus dem Früheren wissen wir, dafs, indem der Harnsack hervortritt, er zwei Aeste der absteigenden Aorta mit sich nimmt. Wir werden später hören, dafs im Vogel allmählig die rechte dieser Nabelschlagadern schwindet. Eine sehr starke Nabelvene kommt vom Harnsacke, steigt an der untern Bauchwand nach vorn und läuft in dem Einschnitt der Leber an der untern Fläche fort. In frühester Zeit habe ich ihre Endigung nicht deutlich unterscheiden können. In späterer Zeit giebt sie einen sehr starken Ast an jede Hälfte der Leber, verbindet sich dann am vordern Ende dieses Organs mit einer Lebervene, die sich sogleich in die Hohlvene, deren Stamm von oben sich in die Leber eindrückt, einmündet. Man kann also fast mit demselben Rechte sagen, dafs die Nabelvene in den Stamm der Hohlvene geht, oder dafs sie in eine Lebervene sich mündet. Der Theil der Nabelvene, welcher nach der Vertheilung in die Leber bis zum Hohlvenensystem reicht, wäre also dem Ductus venosus Arantii der Säugethiere zu vergleichen. Einen unmittelbaren Uebergang in die Pfortader aufserhalb der Leber habe ich nicht gefunden. Die Pfortader geht an der hintern Fläche in die Leber. Im Innern derselben mögen wohl Communicationen seyn. Ja, in der frühern Zeit sind sie wohl nicht

zu bezweifeln, da die Pfortader selbst unmittelbar in die Hohlader geht und die Uebergänge nur allmählig dünner werden. Die Beobachtung kann hierüber kaum entscheiden, da die Leber so am Gefäfse durchzogen ist, dafs sie noch am zwölften Tage sich ganz von der Injectionsmasse färben läfst. Ich habe eine Leber aus dieser Zeit vor mir, die wie ein Klumpen Injectionsmasse aussieht, von einer Haut überzogen. Zerreifsungen sind dabei nicht zu finden.

f. Bauchplatten.

Die Bauchplatten sind noch sehr schmal, und nehmen anfangs ein Drittheil, dann fast die Hälfte der Höhe des Bauches ein; das Uebrige dieser Höhe wird von der Bauchhaut umschlossen, welche mehrere Schichten deutlich unterscheiden läfst. So wie das Herz sich aus dem Halse zurückzieht, schliefst sich die Höhle des letztern, indem die Bauchplatten sich daselbst enger zusammenlegen. In den Bauchplatten ist der Anfang der Rippen kenntlich als dunkle Streifen.

g. Rücken.

Aus den Wirbelbogen schiefsen bald, nachdem sie oben geschlossen sind, ganz merkliche Dornfortsätze hervor, wodurch der Rücken schiefer wird. Die

h. Extremitäten.

Extremitäten haben sich verlängert, ihre Basis hat sich auf den Bauch- und Rükkenplatten ausgebreitet und sie haben sich in alle vier Hauptglieder getheilt. Oberarm und Oberschenkel sind sehr kurz; Ellenbogengelenk und Knie nach aufsen gerichtet, wie bei den meisten Amphibien; Unterarm und Unterschenkel laufen etwas nach hinten, aber besonders der erstere, doch noch mehr nach unten. Hand- und Fufsgelenk haben noch keine Selbstständigkeit, sondern die Richtung des Unterarms und Unterschenkels wird durch die Endglieder fortgesetzt. Bis an diese Gelenke ist noch grofse Uebereinstimmung in beiden Extremitäten. In den Endgliedern ist zwar auch noch die ursprüngliche Uebereinstimmung nicht zu verkennen, allein es tritt doch auch schon die Individualität deutlich hervor. In ersterer Hinsicht sehen wir, wie beide Endglieder an Breite zugenommen und ihre freien Ränder mehr nach unten gerichtet haben, als früher, besonders in der vordern Extremität. Beide Endglieder haben sich in breite Platten umgewandelt, welche die Form eines Kreisausschnittes haben. Der dunkle Inhalt, der am fünften Tage noch die Form des ganzen Endgliedes nachahmte, hat sich jetzt in einzelne Strahlen gesondert. In diesen Strahlen schiefsen die verschiedenen Glieder der Mittelhand und Finger, so wie des Mittelfufses und der Zehen an, und zwar allmählig von den erstern anfangend bis zum letzten Gliede der letztern; denn die dunklen Strahlen sind die einzelnen Finger und Zehen, welche in der hellen Platte, wie in einer Schwimmhaut liegen, aus welcher noch kein Finger hervorragt. Fufswurzel und Mittelfufs sind noch eben so kurz, als Handwurzel und Mittelhand. In der Fufswurzel bildet sich nicht ein einzelner Knorpel, sondern so viel als Ze-

hen da sind. Eine Differenz zeigt sich aber darin, dafs im Endgliede der vordern Extremität gleich anfangs drei Strahlen (Finger), im Endgliede der hintern Extremität vier Strahlen (Zehen) sich bilden. Bei denjenigen Hühnern, welche fünf Zehen haben, bilden sich auch alle fünf zugleich. In dem Flügel ist gleich anfangs der Mittelfinger der längste, der vordere oder der Daumen der kürzeste Finger. Im Fufs ist die vorderste Zehe die kürzeste, die vorletzte nach aufsen und hinten die längste, allein der Unterschied ist so unbedeutend, dafs der Rand dennoch in beiden Extremitäten kreisförmig aussieht. In allen einzelnen Zehen- und Fingerstrahlen sind die Knorpel der einzelnen Glieder eingesenkt in eine fortlaufende Scheide, welche den Inhalt jedes einzelnen Strahls umfafst. Diese Scheide ist die fibröse Hülle der Knochen.

i. Kiefern.

Der Stirnfortsatz verlängert sich rasch nach unten und hinten (oder nach vorn und unten, den Kopf auf der Basis ruhend gedacht). Zu beiden Seiten seiner Wurzel liegen die Nasengruben. Die Oberkieferfortsätze wachsen gegen den Stirnfortsatz. Am sechsten Tage ist ein tiefer Einschnitt zwischen beiden, dessen Spitze auf die Nasengrube trifft. Am siebenten Tage erreicht der Oberkieferfortsatz jeder Seite den Stirnfortsatz unterhalb der Nasengrube. An der Spitze wird aber der Stirnfortsatz noch nicht vom Oberkieferfortsatz erreicht, es bleibt vielmehr immer noch auf jeder Seite des Stirnfortsatzes ein kürzerer Ausschnitt, welchen die Nasengrube nicht mehr erreicht. Die Mundöffnung hat daher auf jeder Seite einen breiten Schenkel. Die Mitte wird verengt durch den vorragenden Unterkiefer. Dieser vergröfsert sich rasch und spitzt sich zu. Es ist derselbe Theil, den wir früher als ersten Kiemenbogen beschrieben haben. Er besteht also niemals aus zwei gesonderten Hälften, sondern ist vom Anfange an verwachsen. Nach innen von ihm liegt in der Mittellinie die Zunge als eine erhabene Leiste.

k. Hals.

Die noch bestehenden Gefäfsbogen haben sich, nachdem die Kiemenspalten mit Bildungsgewebe angefüllt worden, von der Rachenhöhle getrennt, und ziehen sich rasch zurück, so dafs sie nur sehr wenig vor dem Herzen liegen. Eben dadurch wird die vordere Fläche des Halses frei und kann sich verlängern und gerade strecken. Der Kiemendeckel überwächst die zweite Kiemenspalte und verlängert sich nach hinten, dicht an die Fläche des Halses sich anlegend und daher rasch unkenntlich werdend. Zuweilen sieht man seinen hintern Rand am Ende des sechsten Tages noch als ein erhabenes Leistchen vorragen. Nach dem sechsten Tage habe ich nie eine Kiemenspalte entdecken können.

l. Mundhöhle.

Durch die Ausbildung der Kiefern ist die Rachenhöhle nach vorn in eine Mundhöhle verlängert.

m. Speiseröhre.

Die Speiseröhre hat sich sehr verlängert, der Muskelmagen springt stark nach links vor, und zeigt zwei helle Stellen, die sehnigen Mittelpunkte beider Muskelmassen. Die Höhlung des Magens ragt weit über den Austritt des Zwölffingerdarms hinüber. Vor dem Muskelmagen erkennt man den Vormagen. Beide sind aber noch wenig abgegrenzt.

n. Magen und Darm.

Der Darm bildet hinter dem Magen eine Schlinge, welche den Zwölffingerdarm enthält, und weiter nach hinten eine zweite Schlinge, die aus zwei ganz einfachen und gleichen Bogen besteht: der erste geht von der Schlinge des Zwölffingerdarmes unmittelbar in den Nabel und ist der vordere Theil des Dünndarmes. Der zweite geht aus dem Nabel eben so einfach zum After und enthält den hintern Theil des Dünndarmes und den Dickdarm. Die Blinddärme entwickeln sich rasch in diesen beiden Tagen. Am siebenten haben sie die Länge einer Linie, und liegen dicht am Darme an, die blinden Enden nach vorn gekehrt.

o. Leber.

Die Leber nimmt eine Menge Blut auf, und erscheint fast eben so roth, wie die von Blut angefüllte Vorkammer des Herzens. Der linke Leberlappen, der den Magen bedeckt, ist merklich kleiner, als der rechte. Die Milz ist vom Magen völlig abgetrennt.

p. Athmungsapparat.

Im Athmungsapparate finden wir die Luftröhre verlängert und sehr rasch wachsend. Die Luftröhrenäste werden dadurch verhältnifsmäfsig kürzer. Der Winkel, in welchem die Luftröhrenäste sich verbinden, wird stumpfer. Die Lungen sind ganz getrennt vom Speisekanal, oder nur durch einen Streifen Bildungsgewebe mit ihm verbunden. Jede Lunge theilt sich durch eine Einschnürung in zwei Hälften, eine vordere gröfsere, und eine hintere innere, die viel schmäler ist. Die vordere Hälfte ist solider. In ihr sieht man dunkle zusammenlaufende Streifen noch sehr undeutlich. Es sind Verästelungen der innern Höhle. Im hintern Theile ist die Höhlung ansehnlicher und nicht astförmig verzweigt. Es ist dieselbe, welche schon früher (§. 6. *h.*) bemerkt wurde. Wo die Luftröhre in die Rachenhöhle übergeht, zeigt sich eine kleine Erhabenheit, der Anfang des Kehlkopfes. Der Uebergang selbst ist verengt. Am fünften Tage schien die Luftröhre mehr unmittelbar in die Rachenhöhle überzugehen, und die Speiseröhre senkte sich von oben in einen Bogen in die hintere Spitze der Rachenhöhle ein. Jetzt ist die Ansicht anders, die Speiseröhre ist mehr die unmittelbare Fortsetzung der Rachenhöhle. Diese Veränderung scheint mit der mehr gelösten Krümmung des Halses zusammenzuhängen.

q. Wolffischer Körper.

Schon am fünften Tage bemerkte ich, dafs sich nach oben und aufsen vom Wolffischen Körper ein blattförmiger Theil zeige. Man erkennt ihn am besten im Queerdurchschnitte. Er geht in die Bauchwand über, und es bleibt zwischen ihm

ihm und dem Wolffischen Körper eine Lücke. Am sechsten und siebenten Tage sieht man plötzlich an derselben Stelle einen sehr dickwandigen Kanal in der ganzen Länge der Wolffischen Körper fortlaufen. Nach hinten sich verdickend geht er in das Ende des Mastdarmes oder die zukünftige Kloake ein (§. 10. *m.*); nach vorn läuft er weit über das Ende der Wolffischen Körper hinaus. Er scheint aus dem losgetrennten Blatte, das man dem werdenden Bauchfelle zuschreiben kann, gebildet, und da dieser Kanal später zum ausführenden Gange der Geschlechtstheile, d. h. zum Eileiter oder Saamenleiter sich ausbildet, so liegt die Vermuthung sehr nahe, dafs er in seinem ersten Auftreten den Kanälen entspricht, welche aus der Bauchhöhle mehrerer Fische in die Geschlechtsöffnung führen. In der ganzen Länge des Wolffischen Körpers ist er bestimmt hohl. Vorn läuft er über die Spitze des letztern hinaus, wird plötzlich dünner, vielleicht indem die Höhlung des Kanals in die Bauchhöhle übergeht, und die dünne Fortsetzung konnte ich über die ganze Lunge fort bis nah an den vordern Theil des Herzens verfolgen. Hier verlor ich aber immer den Faden in der Nähe der Vorkammer, ohne seine Endigung bestimmt angeben zu können.

In den hintern Theil dieses Kanals schienen mir, vom siebenten Tage an, zahlreiche Gänge aus dem Wolffischen Körper einzugehen. Hiernach könnte man auf die Vermuthung fallen, dafs dieser Kanal das umgewandelte Blutgefäfs sey. Allein dagegen spricht die Weite und Dicke des Kanals. Auch konnte ich ihn nie durch Injectionen der Blutgefäfse füllen. Ferner ist von hier an Rathke's Darstellung, nach welcher dieser Kanal sich zum ausführenden Gange des Geschlechtsapparates umbildet, nicht zu bezweifeln, und ich werde fortan dieser Darstellung folgen, und den Kanal den Ausführungsgang des Geschlechtsapparates nennen.

Dagegen mag ich aber auch die frühern Angaben, nach welchen der Wolffische Körper ursprünglich aus einem starken Blutgefäfse sich bildet, nicht aufgeben, so wenig ich auch beides zu vereinigen im Stande bin. Injicirte ich am sechsten oder siebenten Tage Embryonen mit Glück, so füllte sich immer ein Blutgefäfs, das unter dem Ausführungsgange in der ganzen Länge des Wolffischen Körpers verlief und sich mit zahllosen Aesten in ihm verzweigte. Ich konnte nicht mit Bestimmtheit ermitteln, ob es eine Vene oder Arterie sey, da beide Arten von Blutgefäfsen in Embryonen sich durch Injection zugleich anfüllen. Im frischen Zustande sah ich gewöhnlich zwei Gefäfsstämme. Da die Aorta immer bis zu dem Wolffischen Körper weiter ist und dann plötzlich dünn wird, so ist es wahrscheinlich, dafs sie bedeutende Aeste in diese Körper schickte, und da die ersten Hauptäste, in welche die Aorta im dritten Tage sich spaltet, gerade da

liegen, wo die Wolffischen Körper sich erzeugen, so ist es möglich, dafs diese aus ihnen hervorwachsen, und der Stamm der Aorta zwischen ihnen sich festsetzt. Ferner haben wir gesehen, dafs vom fünften Tage an deutlich aus dem vordern Ende des Wolffischen Körpers eine starke Vene hervortritt, die mit der benachbarten sich zu einem Stamme verbindet, der in die Hohlvene geht, oder vielmehr jetzt den Stamm der hintern Hohlvene eben so ausmacht, wie in späterer Zeit die beiden Hauptwurzeln der hintern Hohlvene aus den Nieren hervortreten. Es ist daher glaublich, dafs das Verhältnifs der Blutgefäfse, wenigstens der Venen, jetzt im Wolffischen Körper eben so ist, wie später in den Nieren. Darnach könnte man vermuthen, dafs der dünne Faden, der aus dem hintern Ende des Wolffischen Körpers zum Mastdarm-Ende geht, auch eine Vene sey, da eine eben solche Vene später in die Nieren tritt. Dann würden die Wolffischen Körper früher im Verhältnisse der Nieren stehen, jedoch ohne Ausführungsgang und ohne Secretion seyn. Ist der Faden ein Ausführungsgang, so ist die Aehnlichkeit mit den Fischnieren noch gröfser.

Ich führe diese Vermuthung nur an, um zu zeigen, dafs die Bildungsweise des Wolffischen Körpers mir durchaus nicht klar ist, und unterdrücke mehrere andere, wodurch der früheste Zustand mit dem spätern in Verbindung gebracht werden könnte. Es mufs hier etwas Wesentliches noch unentdeckt, oder von mir nicht richtig gesehen seyn. Auch von der Niere weifs ich nur zu sagen, dafs sie am Ende des fünften oder Anfange des sechsten Tages als eine dünne, fast ungeformte Masse an der obern Fläche des Wolffischen Körpers entsteht.

r. Herz.

Im Herzen sind die einzelnen Abschnitte mehr zusammengerückt. Die Vorkammer schiebt sich aus ihrer linken Stellung allmählig über die Kammern. Beide Herzohren liegen in einer Ebene, das linke ist noch das gröfsere. Der gemeinschaftliche Venensack hat nicht mehr blos die Gefäfswand, sondern die Wandung der ursprünglichen Herzohren, hat sich in diese hinein verlängert, und umgiebt sie schon ganz. Im Innern scheint die Spur einer unvollständigen Scheidewand zu seyn, als Folge der äufsern Einschnürung. Indem sich der Venensack ausgebildet hat, werden die ursprünglichen Theile der Vorkammern immer mehr nach unten geschoben, und zeigen sich nun deutlich in der Lage als die Herzohren. Der Ohrkanal Haller's wird bald unkenntlich, indem er sich in die Kammern hineinschiebt, zugleich aber von der Muskelmasse der Kammern überwachsen wird. Dieser Ohrkanal scheint also die von der nervösen Oeffnung jeder Kammer in ihre Höhlung hinein ragende Verdoppelung der innern Haut des Herzens zu bilden. Die Herzkammer hat nicht nur ihre Gestalt und Lage verändert, sondern erscheint schon äufserlich als eine doppelte. Man sieht nämlich an der untern

Fläche eine Furche, welche eine kleinere rechte, bei weitem nicht bis zur Spitze reichende Kammer von der linken bis zur Spitze gehenden sondert. Die Aortenzwiebel ist in einen Bogen ausgezogen, und hat am Ende des sechsten Tages, wenn man das Herz von der Bauchseite betrachtet, ganz das Ansehn, als ob sie nur aus der rechten Kammer entspränge, denn sie sitzt rechts von der Furche auf, welche beide Kammern abgrenzt. Bei Eröffnung des Herzens findet man auf dieser Furche die Scheidewand, welche bis an die Aortenzwiebel reicht, diese hat weniger das Ansehn eines Knollen, als früher. In ihr sind jetzt zwei weit getrennte Kanäle enthalten. Der mehr nach der Bauchseite liegende kommt aus der rechten Kammer, und bedeckt, von dieser Fläche angesehen, ganz den andern Gang, und eben aus diesem Grunde scheint, von unten gesehen, die Aortenzwiebel aus der rechten Kammer zu kommen. Sie kommt aber aus beiden zugleich.

So viel zum allgemeinen Verständnifs. Das Ansehn des Herzens verändert sich indessen in diesen beiden Tagen so sehr, dafs wir noch mehr die einzelnen Veränderungen nach der Zeitfolge durchgehen müssen.

Wir erinnern, dafs die rechte Kammer im Grunde schon lange da war, aber mit der linken offene Gemeinschaft hatte, und mehr nach der Rückenseite lag. Indem nun mit dem Schlusse des fünften Tages die Vorkammern von links nach der Mitte sich bewegen, werden auch die Herzkammern etwas um ihre Axe gedreht. Es erscheint daher die rechte Kammer auch an der untern oder Bauchfläche, aber nur mit dem vordersten Ende, sieht deshalb, wenn man das Herz nicht umdreht, wie eine kleine seitliche Blase aus. Die Aortenzwiebel sitzt auf der Scheidewand, und scheint noch um diese Zeit mehr der linken Kammer anzugehören, weil die rechte überhaupt nur am Rande sich zeigt und man den Uebergang aus der linken Kammer in die Aortenzwiebel an der linken Seite derselben deutlich sieht. Dieses Ansehn gewinnt das Herz gegen Ende des fünften Tages; sie ist entwickelter in der ersten Hälfte des sechsten. — Es ist merkwürdig, wie schnell nun die rechte Kammer theils wirklich wächst, theils zu wachsen scheint. Indem nämlich die Drehung fortschreitet, kommt nicht nur mehr von der rechten Kammer an der Bauchfläche zum Vorschein, sondern da das Blut jetzt aus der rechten Hälfte der Vorkammern von vorn nach hinten hineinschiefst, und dann wieder nach vorn und links umkehren mufs, wird die Wand der Kammer immer mehr von der Scheidewand abgehoben, daher dies rasche Deutlichwerden der abgrenzenden Furche. Dazu kommt noch, dafs die linke Kammer eben auch durch die Drehung sich immer mehr in einen Kegel verwandelt, die nun geschlossene Scheidewand also immer mehr gewölbt wird, und daher das Blut, das in die rechte Kammer tritt, nothwendig die Wand derselben

abhebt, wodurch die Furche deutlicher wird. Am Ende des sechsten Tages steht die Aortenzwiebel schon ganz vor der rechten Kammer, und am siebenten Tage ist in der Herzkammer selbst wenig Drehung mehr zu erkennen, wohl aber im Innern der Aortenzwiebel. Diese sieht nun weniger wie ein Knollen aus, und scheint nun wieder weniger entschieden aus der rechten Kammer zu kommen, als am Ende des sechsten Tages. Der Grund liegt darin, dafs der Kanal aus der rechten Kammer, der nach links verläuft, jetzt schon an der Basis der Zwiebel den linken Rand derselben einnimmt, denn die arteriöse Mündung dieser Kammer ist schon sehr weit nach links gerückt. Die Umbeugung ihres Kanals, um sich mit den andern zu verbinden, ragt also mehr nach der Rückenseite vor, und nicht, wie früher, nach links *). Ueberhaupt wird die Umbeugung des Kanals schwächer, denn die Trennung beider Kanäle geht immer weiter nach vorn. Am Ende des siebenten Tages ist die Aortenzwiebel in der ganzen Länge breiter geworden, und man findet beide Kanäle im Innern ganz getrennt, ja sie werden schon durch Furchen äufserlich etwas gesondert. Während dieser Umgestaltung verändert sich die Form des Herzens, indem sie anfangs breiter und dann schmaler und länger ist. Auch seine Richtung bleibt nicht ganz dieselbe. Am fünften Tage ist die Spitze des Herzens nach hinten gerichtet. Sobald es aber ganz in die weite Bauchhöhle getreten ist, neigt sich die Spitze wieder etwas nach unten.

s. Bildung der Arterienstämme.

Am Schlusse des fünften Tages sahen wir auf jeder Seite drei Gefäfsbogen, von denen der hinterste auf der linken Seite aber immer schwächer bleibt, als der auf der rechten. Dieses Verhältnifs scheint darauf zu beruhen, dafs in der Aortenzwiebel zwei Ströme sind, die sich um einander winden, und sich dann zu einem gemeinschaftlichen Stamme, aus welchem eben jene Bogen kommen, zusammenmünden. Der Strom aus der rechten Kammer hat nach der am fünften Tage gegebenen Beschreibung an dem Ende, wo er mit dem andern zusammenmündet, die Richtung von links nach rechts und von unten (der Bauchseite) nach oben (der Rückenseite). Da nun die hintern Bogen nicht so stark nach unten herabsteigen, als die vordern, so wird der Strom aus der rechten Kammer vorzüglich die hintern Bogen anfüllen. Da derselbe zugleich die Richtung von rechts nach links hat, so schiefst er dem hintersten linken zurücklaufenden Bogen fast ganz vorbei und vertheilt sich in den letzten rechten und vorletzten linken Bogen.

---

*) In dem veränderten Ansehn, welches der Aortenwulst in den verschiedenen Perioden der Drehung gewährt, mufs man den Grund suchen, dafs frühere Beobachter ihm bald Gemeinschaft mit der rechten, bald mit der linken Kammer zuschrieben. Die verschiedenen Grade der Drehung können nur durch eine Reihe von Abbildungen kenntlich gemacht werden.

Der hinterste linke Bogen wird daher nur sehr schwach angefüllt, und im Verlaufe des sechsten Tages schwindet er ganz. Der Strom aus der linken Kammer hat dagegen zuletzt die Richtung von oben nach unten, und füllt daher vorzüglich die beiden vordersten Bogen an, die am tiefsten herabsteigen. Der mittlere Bogen der rechten Seite mag am fünften Tage an beiden Strömen gleichen Antheil haben, später aber nur an dem Strome aus der linken Kammer. Beide Ströme nämlich, welche, ich möchte sagen, nur gezwungen durch die frühere Einfachheit des Kanals zusammenlaufen, lösen sich hier an der Spitze der Aortenzwiebel allmählig eben so von einander, als schon früher an der Basis derselben, und am Ende des sechsten und Anfange des siebenten Tages geht der Strom aus der rechten Kammer nur in die hintern Bogen der rechten und den jetzt ebenfalls hintersten Bogen der linken Seite. Der Strom aus der linken Kammer geht in beide vordere Bogen und aufserdem, vielleicht weil er überhaupt der stärkere Strom ist, auch in den mittlern Bogen der rechten Seite. Beide Ströme sind nun im Innern der Aortenzwiebel völlig getrennte Kanäle, wie Injectionen mich gelehrt haben, obgleich man äufserlich die Trennung nicht erkennt. Wir haben also jetzt fünf Bogen, zwei auf der linken, drei auf der rechten Seite. Die beiden hintern Bogen beider Seiten werden von der rechten Kammer, die übrigen von der linken Kammer ausgefüllt. Nach oben laufen sämmtliche Bogen einer Seite in die Aortenwurzel dieser Seite zusammen. So bleibt das Verhältnifs im Grunde während der ganzen dritten Periode, jedoch mit allmähliger Umänderung, indem die hintern Bogen sich mehr in die Lungen verzweigen. Wir werden im nächsten §. diese Metamorphose genauer und im Zusammenhange mit der spätern Form betrachten, nachdem wir hier ihren Uebergang aus der ersten Form berücksichtigt haben.

Herz-
be

Endlich ist noch zu bemerken, dafs das Herz jetzt mit einem Herzbeutel versehen scheint, den ich zuweilen auch am fünften Tage zu bemerken glaubte. Von der Entwickelung desselben weifs ich nur so viel anzugeben, dafs man auf dem Herzen, nachdem es sich mit Muskelmasse umhüllt hat, eine Schicht durchsichtigen Stoffes bemerkt, bestimmt, den serösen Ueberzug des Herzens zu bil- Der äufsere Theil des Herzbeutels wird eine ähnliche Bildungsweise haben.

u. Rücken-
mark.

Am Centraltheile des Nervensystems erkennt man jetzt aufser der zuerst aufgetretenen Hülle, welche an Festigkeit zugenommen hat, eine zweite innere eng anliegende. Jene ist die harte, diese die weiche Hirn- und Rückenmarkshaut. Das Rückenmark hat da, wo die Nerven der Extremitäten hervortreten, bedeutend an Dicke zugenommen. Beide Verdickungen laufen aber noch zusammen, so dafs der ganze Rumpftheil verdickt ist gegen den weit dünnern Halstheil. Die

untern Stränge des Rückenmarkes sind, wenigstens im Rumpfe, stärker, als die obern. Nimmt man die Hülle weg, so sieht man eine Spalte an der obern Fläche des Rückenmarkes. Beide Blätter liegen aber doch eng an einander, gleichsam zusammengeklebt. In kaltem Wasser rollen sie sich jedoch nach aufsen, nachdem man die Hülle entfernt hat. An Embryonen vom sechsten Tage habe ich mehrere Nerven vom Rückenmarke aus bis tief in die Bauchplatten ausgearbeitet. Sie sind überaus dünn, nicht einmal von der Dicke eines Haares.

v. Hirn. Allgemeine Form.

Im Hirne sind die Vierhügel der vorherrschende Theil, der weit über die andern vorragt und dem Kopfe eine stumpfe Spitze giebt. Am siebenten Tage nimmt ihr Wachsthum jedoch schon ab. Da der Nackenhöcker sich in diesem Zeitraume schärfer hervorhebt, so ist nun auch der Winkel, den hier das Rückenmark mit dem verlängerten Marke macht, viel schärfer, als früher. Er ist fast ein rechter. Eben so wird der darauf folgende Winkel der Uebergang aus dem verlängerten Marke in das kleine Hirn aus einem stumpfen zu einem rechten Winkel. Ueberhaupt also werden die hintern Einbiegungen des Hirnes schärfer. Dagegen löst sich die vordere Hälfte des Hirnes etwas aus der Krümmung, und alle einzelnen Theile rücken der Rückenseite des Embryo näher, ganz entsprechend der allgemeinen Form des Körpers, die wir oben aus einander setzten (§. 9. *d.*).

Wenn wir nämlich die Umbeugung der Rückensaite als den festen Punkt der Drehung betrachten, so können wir diese am besten dadurch anschaulich machen, dafs wir sagen, alle Abschnitte des Hirnstammes mit seinen Entwickelungen (den Hirnblasen), die nach der Lage des gesammten Embryo über (oder den Kopf auf seine Basis gestellt, hinter) dieser Umbeugung liegen, knicken sich schärfer ein. So sehen wir die Vierhügel nicht mehr vor (über) der Umbeugung der Rückensaite, sondern mit dem gröfsten Theile des Umfanges über (hinter) ihr. Dadurch stofsen nicht nur die Vierhügel ganz an das noch gespaltene kleine Hirn, sondern überdecken die hintere Wasserleitung völlig und den Uebergang in das kleine Hirn. Ja, die Decke der Vierhügel wird durch das Zusammenschieben sehr stark gefaltet mit zwei bis drei tiefen Faltungen, die schief nach vorn gerichtet sind, gerade so, als ob der vordere Theil der Vierhügel sich in beschleunigtem Rückzuge über den hintern Theil habe schieben müssen. Dafs dieser Ausdruck nicht blofs das Verhältnifs versinnlicht, sondern wirklich das Wesen desselben angiebt, schliefse ich daraus, dafs die harte Hirnhaut nie in diese Faltungen eingeht. Ja, es schien mir oft sogar, als ob selbst die weiche Hirnhaut darüber wegginge, während ich in andern Fällen deutlich die weiche Hirnhaut aus der Falte hervorgezogen habe. In die mittlere Einsenkung zwischen

beiden Hirnhälften, die an Tiefe sehr zunimmt, geht dagegen die harte Hirnhaut immer tief ein.

Unter (Vor) der Umbeugung der Rückensaite strecken sich die einzelnen Theile etwas mehr gerade, wenigstens der Hirnstamm, denn die Hemisphären rücken freilich so nach oben, dafs sie sich etwas über die Blase der dritten Hirnhöhle neigen. Aber eben dieses Verhältnifs beruht auf der Tendenz, sich nach dem Rücken zu ziehen, die im untern (vordern) Theile des Hirnes waltet. Die Ursprünge der Riechnerven, die am dritten und vierten Tage in der Mitte der untern Fläche zu finden waren, liegen jetzt fast ganz vor, und sind es in Zukunft noch mehr.

Einzelne Hirntheile.

Indem die Blase des grofsen Hirnes sich gegen die Blase des dritten Ventrikels verlängert, wird die Abgrenzung zwischen beiden Blasen tiefer, so dafs äufserlich die Seitenfläche der Hemisphäre wie ein Hügel nach hinten vorsteht *). Da zugleich die mittlere Einschnürung sehr an Tiefe gewonnen hat, und diese mittlere Einschnürung auch die vordern Enden der Hemisphären weiter von einander trennt, so sieht man im Innern der Blase des grofsen Hirnes einen tief hineinragenden Bogen, welcher vorn mit zwei nahe an einander liegenden Schenkeln in die Basis jeder Hemisphäre übergeht. Nach hinten läuft dieser Bogen auch in zwei weiter getrennte Schenkel aus, die nichts anderes sind, als die seitlichen Einschnürungen, welche die Hemisphären gegen die Blase des dritten Ventrikels abgrenzen. Der ganze Bogen mit seinen vier Schenkeln ist überhaupt kein neuer Theil, sondern eine Ansicht, die durch die Einkerbungen hervorgebracht wird. In der That ist es leicht begreiflich, dafs, wenn man an einer Blase die Decke vorn und oben in scharfem Winkel eindrückt, und nach hinten eben so durch seitliche Eindrücke die Blase von einer hintern Fortsetzung abschnürt, ein solcher vierschenklicher Bogen entstehen mufs. Der vierschenkliche Bogen ist offenbar dem Gewölbe der Säugethiere entsprechend und unterscheidet sich nur dadurch, dafs in ihm keine dicken Längenbündel sich bemerken lassen. Er besteht hier im Vogel-Embryo vielmehr nur aus einer einspringenden Falte, deren Ränder das Gewölbe darstellen. Es ist daher das Gewölbe schon von Anfange an da und am fünften Tage schon ganz deutlich, wir setzen aber hier seine Bildung besonders aus einander,

*) Indem wir es für nöthig hielten, bei Beschreibung der allgemeinen Form des Hirnes auf die Krümmung des ganzen Embryo Rücksicht zu nehmen, haben wir sowohl dies Lagenverhältnifs zum ganzen Embryo, als zu dem Kopfe für sich angegeben. Der Versuch dieses auch bei Beschreibung des einzelnen durchzuführen, hat aber gezeigt, dafs sie dadurch nur undeutlich wird. Deswegen ist in diesem Abschnitte bei Beschreibung der einzelnen Theile das Hirn auf seiner Basis ruhend beschrieben.

weil am sechsten Tage die Verhältnisse unverkennbar sind. Am siebenten Tage scheinen die vordern Schenkel des Gewölbes etwas dicker an ihren Enden, wo sie in den Boden des Hirnes übergehen. Es geht aus der gegebenen Darstellung hervor, dafs unter den hintern Schenkeln des Gewölbes ein offener Uebergang in die Blasen der dritten Hirnhöhle sich findet.

Was aber das Offenseyn der ganzen Hirnmasse anlangt, so kann man jetzt darüber näher entscheiden, da die weiche Hirnhaut zu erkennen ist. Bei Eröffnung der Hemisphäre finde ich immer noch die mittlere Einsenkung ganz von einer continuirlichen Lage Nervenmasse bedeckt. Allerdings springt die Nervenmasse in erhärteten Hirnen an der Kante der Einsenkung leicht von einander. Dieser Umstand rührt aber wohl ohne Zweifel von dem scharfen Winkel her, in welchem beide Seiten zusammenstofsen, denn das Aufreifsen erfolgt mit zackigen Rändern, und da ich stets Nervenmasse in der Mittellinie erkannt habe, so zweifle ich nicht, dafs die Decke des grofsen Hirnes bis jetzt nicht offen gewesen ist. Eher könnte man noch zweifeln, ob nicht die Decke der Vierhügel am sechsten Tage sich öffnet, denn die Mittellinie der Einsenkung ist am siebenten Tage sehr dünn und hängt noch sehr eng mit der weichen Hirnhaut zusammen. Ich finde aber dennoch keine wahre Lücke im Markblatte. Später wird das Markblatt dicker und die Einsenkung nimmt ab. Wenn nun die bisherige Darstellung richtig war, so läfst sich mit Bestimmtheit behaupten, dafs das grofse Hirn und die Vierhügel bis jetzt in ihrer Decke nicht offen gewesen sind. Dagegen ist die dritte Hirnhöhle in ihrem vordern Theile ganz weit geöffnet, ja die Ränder der Seitenblätter drängen stark nach aufsen, so dafs der Saum der letztern sich umwirft, wenn man die Hirnhaut wegnimmt. Ueber die Oeffnung der vierten Hirnhöhle ist nie ein Streit gewesen. Nur im ersten Auftreten ist auch hier der Centraltheil des Nervensystems geschlossen (§. 2. *m.* §. 5. *aa.*).

Oeffnet man das Hirn, so sieht man im Innern desselben jetzt sehr deutlich den gestreiften Körper, um den der Seitenventrikel sich windet. Es ist der Kolben, von welchem wir am fünften Tage berichteten, dafs er das eine Ende des Hirnstammes bilde. Er wächst vom fünften bis zum siebenten Tage sehr rasch, und wie es scheint vorzüglich in die Höhe, denn die Fortsetzung des Hirnstammes scheint jetzt mehr in seine Basis zu gehen, als in seine Masse, eine Ansicht, die zum Theil auch darauf beruhen mag, dafs das grofse Hirn sich etwas aus seiner Krümmung gehoben hat.

An der Spitze des Trichters bemerkt man ein kleines Knöpfchen, den Hirnanhang, der noch wenig vom Trichter getrennt ist, und vielleicht einer Verwachsung der Spitze des Trichters seinen Ursprung verdankt.

Die

Die Sehnervengrube ist enger und tiefer geworden. Beide Eingänge der Sehnerven sind dadurch zusammengerückt, und bilden, wenn man von der Basis die Sehnerven wegschneidet, zuerst eine zweischenkliche, dann eine ganz einfache Oeffnung in der Spitze dieser trichterförmigen Vorragung, die jetzt ansehnlicher ist, als der eigentlich sogenannte Trichter. Aus der Spitze dieser Vorragung treten die Sehnerven hervor. Man sieht leicht ein, daſs die Spitze dieser hohlen Vorragung nichts ist, als die Kreuzung der Sehnerven, denn bis jetzt lief jeder Sehnerve, ohne sich mit dem andern zu kreuzen, in das Auge seiner Seite. Eine Kreuzung ist auch jetzt noch nicht, aber sie ist vollkommen vorbereitet, wie wir im nächsten Zeitabschnitte finden werden.

An der innern Fläche der dritten Hirnhöhle sieht man eine rundliche Vorragung — den Sehhügel. Er war schon am fünften Tage angedeutet, tritt aber jetzt bestimmter hervor. Er ruht auf dem Hirnschenkel, hebt sich aber noch mehr aus dessen Fläche hervor, als der gestreifte Körper, so daſs der Hirnschenkel unter ihm wegzugehen scheint.

Aus ihm geht ein schmaler Wulst oder ein Strang in die hintere Wand der Sehnervengrube, und ein Theil des Hirnschenkels scheint in eben diesen Strang überzugehen, die Stränge beider Seiten laufen in einander über; doch beruht diese Beschreibung nur auf dem äuſsersten Ansehn, indem ich noch immer keine deutliche Faserung erkenne.

w. Sinnesnerven. Auge.

Die hohlen Eingänge in den Hörnerven und den Riechnerven konnte ich vom Anfange dieser Periode an nicht mehr auffinden. Die Stelle, an welcher der Riechnerve austritt, ist nur sehr dünnwandig. Der Eingang in den Sehnerven ist, wie bemerkt wurde, noch hohl, aber der Sehnerve scheint solide und läſst sich leicht in zwei Stränge theilen. Die Netzhaut ist noch sehr dick, dicker, als die Decke des groſsen Hirns. Sie reicht aber in dieser Dicke nicht mehr bis an die Linse, sondern in einiger Entfernung von der Linse sieht man sie plötzlich dünn werden, und der dünne ringförmige Theil hat am 6ten Tage noch das Ansehn eines sehr verdünnten Nervenblattes, am 7ten aber ist er durchsichtiger und giebt sich als das Strahlenblättchen zu erkennen. An derselben Stelle, wo die Netzhaut aufhört, sieht man nun auch in der dunklen Haut eine Trennung in Aderhaut und Ciliarkörper. Letzterer bekömmt einige sehr kleine Falten. Ich weiſs nicht, ob es eine wahre Trennung ist, oder ob nur die Netzhaut und Aderhaut sich von der Linse zurückziehen und das Strahlenblättchen und der Ciliarkörper neu hinzugetretene Theile sind. Auffallend ist der geringe Zusammenhang zwischen Gefäſshaut und Ciliarkörper, denn oft bleibt nach Erhärtung im Weingeist der Ciliarkörper beim Aufheben der Gefäſshaut auf dem Glaskörper und der

Linse liegen. Die Trennung zwischen Gefäſshaut und der noch sehr dünnen harten Augenhaut ist ganz vollständig, und die Hornhaut steht nur mit der letztern in Verbindung. Die Gefäſshaut ist unter der Netzhautfalte, die zwei starke Wülste enthält, noch ungefärbt, aber der weiſse Streifen ist nur an der Eintrittstelle des Sehnerven ansehnlich. Nach auſsen nimmt er ab.

x. Ohr.

Das Ohr ist nach auſsen geöffnet. Diese Oeffnung liegt über der Mundspalte. Man kann sie nicht mit der ersten Kiemenspalte verwechseln, weil sie in den Rückenplatten und nicht in der Bauchplatte liegt. Die Ausmündungen beider Eustach'schen Röhren rücken einander näher, und die Röhren selbst liegen nur an der Anlage des Keilbeins an, nicht in derselben.

y. Nase.

Die Nasengrube nimmt am sechsten Tage an Tiefe zu. Indem der Oberkiefer mit dünner Spitze den Stirnfortsatz erreicht, bleibt zwischen beiden eine Lücke, der Nasengang, der nach auſsen als äuſsere Nasenöffnung ausgeht, mit dem andern Ende aber in die Mundhöhle geht. Dieser Gang ist kurz, indem er fast senkrecht hinabsteigt, denn die Einmündung des Nasenganges in die Mundhöhle ist ganz dicht hinter der Schnabelspitze, wie in Amphibien. Der ganze Nasengang geht unter der Nasengrube weg, welche nur von oben in den Nasengang einmündet. Das Riechorgan hat sich also früher gebildet, als der für die Athmung bestimmte Luftkanal; denn jene schon am 4ten Tage bemerkte Nasengrube ist das eigentliche Riechorgan.

§. 10.

Achter, neunter und zehnter Tag.

a. Allgemeine Eitheile.

Der Dotter scheint noch an Umfang zuzunehmen. Der Gefäſshof der Keimhaut dehnt sich bis auf $\frac{3}{4}$ des Dottersackes aus. Die Grenzvene schwindet aber ganz. Auch die andern Gefäſse nehmen ab, jedoch die Arterien mehr, als die Venen. Ja, in letzteren ist die Abnahme vielleicht nur scheinbar, denn während sie an der Oberfläche weniger deutlich erscheinen, ragen sie auf der untern Fläche wie erhabene Wülste sehr stark vor. Sie sind hier mit einem gelben, Dotterkügelchen enthaltenden und daher von ihnen gefärbten Zellgewebe stark bedeckt. Die zarten Aeste, welche wenig Blut enthalten, sehen deshalb gelb aus. (Haller's *vasa lutea.*) Daſs diese feinen Reiser unmittelbar unveränderte Dottermasse aufnähmen, wie man sich gedacht hat, scheint mir sehr zweifelhaft. Das gelbe Ansehn leite ich nur vom Ueberzuge her. Rührte das gelbe Ansehn von enthaltenem Dotter her, so müſsten in den gelben Gefäſschen die gröſsern Dotterkügelchen seyn, da diese vorzüglich die färbenden sind, ja es müſsten viele solcher groſsen

Dotterkügelchen zugleich in einem Gefäfsaste sich finden, um so dünne Ströme gelb zu färben. Es sind aber die gröfsten Dotterkügelchen sehr viel gröfser, als die Blutkügelchen, und wenn die Venen hinlänglich weite Mündungen hätten, um jene aufzunehmen, so ist nicht einzusehen, wie das Blut nicht ausfliefst, da die geringste Verletzung einer Vene der Keimhaut das Blut von allen Seiten dahin zusammenfliefsen läfst. Es schien mir, dafs im Embryo des Hühnchens die Gefäfse immer vom Blute mehr ausgedehnt sind, als im erwachsenen Thiere, weil sich in jenem auch für kleine Gefäfse viel schwerer eine Verschliefsung entweder durch Zusammenziehen des Gefäfses oder durch einen Blutpfropf bildet, als in diesem. Dagegen ist es keinem Zweifel unterworfen, dafs der flüssige Theil des Dotters von den Venen aufgesogen wird, denn vom 10ten Tage an ist die Abnahme des Dotters beträchtlicher, als die Aufnahme durch den Dottergang allein bewirken könnte, und in den feinern Venenzweigen ist das Blut so wenig gefärbt, dafs man die Beimischung eines wenig gefärbten Wassers zu erkennen glaubt. Auch führt die Aufnahme des flüssigen Theiles von Eiweifs darauf hin.

Das seröse Blatt hat sich bis zum äufsern Umfange des Gefäfshofes getrennt, und der Harnsack verbreitet sich in diesem Raume nach allen Seiten. Die Gefäfse mehren sich in demselben sehr. Der Uebergang seiner Arterien in die Venen scheint in den feinern Zweigen unmittelbar. Die linke Nabelarterie entwickelt sich stärker, als die rechte. Der Harnsack bedeckt den gröfsten Theil des Dottersackes als eine geschlossene Blase. Die eine Hälfte dieser Blase liegt nämlich auf dem Amnion und dem Dottersacke, die andere an der serösen Hülle und mit ihr an der Schaalenhaut. Diese äufsere Hälfte ist viel blutreicher als die innere. Beide Hälften sind durch die enthaltene Flüssigkeit getrennt. Jede Hälfte besteht ursprünglich aus dem der Flüssigkeit zugekehrten Schleimblatte und dem Gefäfsblatte. Beide Blätter werden aber im Verlaufe dieser Tage in der untern Hälfte und im Stiel, also da, wo die Athmung weniger vorherrschend ist, unkenntlicher, und scheinen besonders in letzterer nur ein Blatt zu bilden, von welchem ich nicht habe bestimmen können, ob es das ursprüngliche Schleimblatt oder Gefäfsblatt oder eine Verwechselung beider ist.

b. Amnion.

Das Amnion ist stark angefüllt von Flüssigkeit. Das Hin- und Herschwanken des Embryo, unterstützt von Contractionen des Amnions, ist am achten Tage sehr lebhaft, weniger lebhaft in den folgenden Tagen. Dafs das Amnion dabei selbstthätig ist, erschien mir unverkennbar, (obgleich ganz unerwartet,) denn erst nachdem das Amnion sich an einem Ende unter starker Runzelung zusammengezogen hatte, bewegte sich der Embryo nach dem entgegengesetzten Ende von der Flüssigkeit getragen. Reizte ich das Amnion mit der Nadel, so wurden die

Zusammenziehungen lebhafter, oder traten wieder hervor, nachdem sie aufgehört hatten. Die Bewegung des Embryo ist daher durchaus keine Kreisbewegung, wie in Schnecken-Embryonen, sondern ein Hin- und Herschwanken durch eine Art Pulsation hervorgebracht.

c. Gestalt des Embryo.

Der Fötus wächst stark vom 8ten bis zum 10ten Tage. Er ist noch sehr gekrümmt, doch kann wegen stärkeren Hervortretens des Bauches der Kopf lange nicht mehr den Schwanz berühren, Immer noch ist die rascheste Entwickelung im Kopfe, und es scheint dieser noch entschiedener dem Rumpfe an Masse überlegen, als in den früher besprochenen Tagen, was vielleicht daher rührt, dafs für die äufsere Ansicht das Hinterhaupt jetzt bestimmter zum Umfange des Kopfes gehört. Der Oberschnabel hat anfangs auf beiden Seiten noch einen Ausschnitt, welcher später in eine sanfte Ausrundung übergeht, und am Ende des zehnten Tages kaum bemerklich ist. Auf der Spitze des Oberschnabels entsteht ein kreideweifser Flecken. Die Form des Kopfes wird viel runder, indem die Vierhügel weniger vorragen.

Der Hals wird bedeutend länger und freier, doch ist er hinten noch merklich länger, als vorn. Der Nackenhöcker ist am 8ten Tage noch sehr stark vorragend, später weniger. Am 9ten und 10ten Tage erheben sich in der Haut die Federbälge, zuerst auf der Mittellinie des Rückens vom Halse bis an den Steifs und auf den Hüften. Am stärksten ragen die Bälge der Steuerfedern auf dem Steifse vor.

d. Extremitäten.

In den Extremitäten tritt die Differenz mehr hervor. Der Ellenbogen richtet sich nach hinten, das Knie nach vorn. Flügel und Fufs sind aber am 8ten Tage in ihrer Richtung noch ganz abhängig vom Unterarm und Unterschenkel. Die Finger der Hand sind also mit ihren Spitzen nach vorn gerichtet, die Zehen nach hinten. Dann tritt eine Selbstständigkeit im Hand- und Fufsgelenke ein; ersteres richtet sich mit seiner Streckseite nach vorn, letzteres nach hinten. Die Fingerspitzen bewegen sich daher in einem Bogen von vorn nach hinten, die Zehenspitzen von hinten nach vorn. Am Schlusse des zehnten Tages berühren sich die einander zugekehrten Ellenbogen- und Kniegelenke fast. Die Zehen sind sehr stark nach vorn gerichtet, die Finger noch etwas mehr nach unten als nach hinten. Zugleich entwickeln sich die Finger und Zehen, so dafs zuvörderst die Anlage aller Glieder jedes Fingers und jeder Zehe sich innerhalb der Hautlappen bilden, und dann die Finger über die Hautlappen herauswachsen. Beim Herauswachsen bleiben der mittlere Finger und der hintere vereint, ja sie werden durch die sich verdickende Haut noch enger verbunden, weshalb man am Ende des zehnten Tages sie äufserlich nicht mehr von einander unterscheidet. Es sind die bei-

den im Hauptflügel enthaltenen Finger. Der Vorderfinger wächst dagegen mehr nach vorn hinaus, ist am neunten Tage völlig abgesondert und wird der Stamm des Afterflügels. Da das vordere Endglied sich zugleich nach hinten richtet, so hat es am 10ten Tage schon vollständig den Character des Flügels. Es fehlen nur die Federn. An der hintern Extremität sondert sich eben so die vordere Zehe zuerst und stellt sich immer mehr nach innen, indem sich die Sohlenfläche, welche ursprünglich nach innen gekehrt war, nach unten stellt und wird die Hinterzehe; die andern Zehen wachsen ebenfalls über die Zehenhaut, jedoch gesondert und mit ungleicher Geschwindigkeit, wodurch die Ungleichheit in der Länge der Zehen zunimmt, und am Ende des 10ten Tages auch der Fuſs schon im Allgemeinen seine Form hat. Nägel fehlen aber noch.

e. Nabel.

Der Nabel ist trichterförmig und erscheint daher als unmittelbare Fortsetzung des Bauches, in welche die Darmschlinge so tief hineinragt, daſs der Dottergang in der Spitze des Trichters liegt.

f. Bauchplatten. Nerven.

Die Bauchplatten nehmen bedeutend an Höhe zu und erreichen einander vorn. An dieser Stelle entsteht gegen Ende dieses Zeitabschnittes das Brustbein als eine kurze und breite Platte, ohne Spur von Kamm. Ich konnte nicht bemerken, daſs sich dieser Knorpel aus zwei Hälften bilde. Zu beiden Seiten werden die Rippen viel früher deutlich begrenzt, zwischen den Rippen schieſsen Muskeln an. In dieser Periode habe ich endlich auch zuerst Nerven mit Deutlichkeit nicht blos gesehen, sondern auch im ganzen Verlaufe ausgearbeitet, und zwar nun auch fast alle Nerven des Rumpfes. Sie sind indessen schon viel früher da, und ich habe bemerkt, daſs ich die abgerissenen Enden schon am fünften Tage erkannte und einen Theil des Stammes am sechsten und siebenten Tage verfolgte, allein wegen der geringen Consistenz sind sie, besonders ohne Erhärtung durch Weingeist, erst lange nach der Bildung im weitern Verlaufe zu erkennen. So ist es kaum zu bezweifeln, daſs die eigenthümliche Verzweigung des herumschweifenden Nerven durch das Zurückweichen der Aortenbogen und den frühesten, verhältniſsmäſsig hohen, Stand des Luftröhrenendes veranlaſst wird. Auch glaubte ich zuweilen den herumschweifenden Nerven am Hühnchen am fünften Tage als ein höchst zartes Fädchen gesehen zu haben, jedoch nie mit hinlänglicher Bestimmtheit. Ob jemals die Beobachtung nachweisen könne, daſs die Nerven in das Rückenmark hinein- oder aus diesem herauswachsen, bezweifle ich durchaus. Zwar scheint das Rückenmark während der beiden ersten in dieser Darstellung angenommenen Perioden glatt, wenn man es aus seiner Höhle nimmt, und man sieht keine Einfügung der Nerven; da aber in den Rückenmarksnerven wahrscheinlich, wie im Rückenmarke selbst, die Scheide erst später sich entwickelt,

so ist es natürlich, dafs ein so zartes Fädchen aus ganz weicher Masse bestehend und dabei wenig gefärbt und dünner als ein Haar keine Spur zurückläfst. Dafs die Sinnesnerven offenbar aus dem Hirne hervorwachsen, beweist nicht, dafs die andern Nerven auf dieselbe Weise entstehen, denn die Sinnesorgane werden eben erst durch die Hervorstülpungen des Hirnes erzeugt. Die Bauchplatten und Rükkenplatten bilden sich aber unabhängig vom Rückenmarke. Dafs die Nerven aus den sich bildenden Muskeln oder andern Theilen in den Centraltheil hineinwachsen, ist mir wenigstens eben so unwahrscheinlich, als das Entgegengesetzte, da eine solche Entwickelung irgend eines Theils von einem Ende zum andern fort, so dafs das Eine Ende neuen Ansatz bekommt, mir sonst nirgends vorgekommen ist. Vielmehr scheint jeder Theil gleich ganz da zu seyn, und nur aus sich eine Entwickelung zu erfahren. Hiernach ist es wahrscheinlich, dafs, sobald eine hinlängliche Differenzirung in den Bauchplatten oder andern Theilen da ist, um Nervenmasse von anderer Masse, sey es auch nur auf der untersten Stufe der Differenzirung, zu scheiden, der Nerve seiner Ausdehnung nach immer ganz da ist und beide Enden hat, das centrale wie das peripherische.

g. Muskeln und Verknöcherung.

Bald nachdem sich die Knorpeln gebildet haben, sieht man auch Faserungen in dem anliegenden Bildungsgewebe, — die werdenden Muskeln nämlich. Ihre Sehnen sind ununterbrochene Fortsetzungen der Knochenhaut. In der Stufe der Bildung, die wir hier darstellen, sind schon ziemlich alle Muskeln der Extremitäten kennbar, besonders aber die auf dem Hüftbeine und dem Schulterblatte liegenden, welche man, nach Entfernung der Haut, schon mit unbewaffnetem Auge sehr deutlich unterscheiden und mit dem Messer trennen kann. Mehr eingesenkt in das allgemeine Bildungsgewebe und weniger von ihm geschieden sind die Muskelbäuche am Vorderarm und Unterschenkel. In der hintern Extremität zeigt sich auch am frühesten Verknöcherung. Der erste Verknöcherungspunkt findet sich im Schienbein am Anfange des neunten oder am Ende des achten Tages. Er ist am Ende des neunten Tages schon ansehnlich und hart. Um diese Zeit tritt Verknöcherung im Oberschenkel und in den ersten Gliedern der Zehen ein.

h. Lage der Eingeweide in der Bauchhöhle. Magen.

In der Bauchhöhle ist durch das vollständige Hineintreten des Herzens die Lage der enthaltenen Eingeweide sehr verändert. Leber und Magen sind nämlich sehr zurückgedrängt. Da sich zugleich die Leber sehr vergröfsert, steht der Boden des Magens nicht weit von der hintern Wand der Bauchhöhle ab. Eben dadurch hat der Bauch so bedeutend an Höhe gewonnen, indem der Darm, der sich merklich vergröfsert hat, nach unten geschoben ist. Der Vormagen ist sehr deutlich und selbstständig ausgebildet. Das blinde Ende des Magens ragt weit über

den Austritt des Darmes vor. Am Anfange dieses Zeitabschnittes geht die Höhlung des Vormagens noch fast ohne Verschnürung in die Höhlung des Muskelmagens über, und letzterer ist mehr der Boden des Magens, als ein selbstständiger Theil. Es ist daher mehr Aehnlichkeit mit dem Bau des Magens derjenigen Vögel, die vom Raube leben; später ist die Sonderung äufserlich und innerlich schärfer. Der Magen geht hiermit in die Form über, die er in den Vögeln, welche von Körnern leben, hat.

i. Kropf.

Verfolgen wir den Speisekanal weiter nach vorn, so finden wir die Speiseröhre nicht nur weiter, sondern sie erweitert sich besonders am untern Theile des Halses in eine blasige Auftreibung, deren Convexität nach rechts sich richtet. Es ist der Kropf. Er scheint schon am siebenten Tage angedeutet und ist vom achten an unverkennbar.

k. Darm. Kloake.

Der Darm hat sich bedeutend vergröfsert, aber doch lange nicht in dem Maafse, wie der Magen. Aus der ersten Schlinge des Darmes wächst jetzt das Pankreas bedeutend in die Länge hervor, die zweite Schlinge ragt bis aus der Nabelöffnung hinaus. Die vordere Hälfte des Dünndarmes hat sich zu sehr verlängert, um in einem einfachen Bogen in diese Schlinge überzugehen, die hintere Hälfte des Darmes hat sich weniger verlängert; aber der weite Darm unterscheidet sich durch die gröfsere Weite schon auffallend vom engen Darme. Die Blinddärme sind $1\frac{1}{2}$ Linien lang, eben so lang ist der weite Darm. Dieser letztere ist deutlich durch eine Falte gegen die Kloake abgegrenzt. Ich weifs nicht anzugeben, ob die Falte nicht schon früher sich gebildet hat. Gegen Ende dieses Zeitraumes zeigt sich die erste Spur der *Bursa Fabricii.* Wahrscheinlich entsteht sie auch durch Hervorstülpung. Doch habe ich ihre Ausbildung nicht vollständig verfolgen können. Die Afterspalte ist von einem vorragenden Wulste umgeben.

l. Leber und Milz.

Die Leber erscheint nicht mehr so roth als früher, sondern mehr braungelb; die Blutgefäfse haben sich verengt und das Parenchyma ist schon vermehrt. Injectionen färben jedoch die Leber noch vollständig. An derselben zeigt sich die Gallenblase. Die Milz ist vom Magen weiter entfernt und wird von einem Blatte gehalten, das zum Magen geht. Dieses Blatt ist jetzt schon sehr dünn und hat daher vollständig die Beschaffenheit des Netzes.

m. Bauchfell.

Das Bauchfell ist jetzt unverkennbar, aber dicker als im spätern Zustande, und ein weniger in sich zusammenhängendes und verdichtetes Blatt. Man erkennt nämlich schon früher einen durchsichtigen Ueberzug, der alle Organe, so weit sie an die Bauchhöhle grenzen, überzieht und ihnen das Ansehn giebt, als ob sie mit einer Leimauflösung überstrichen wären. Dieser Ueberzug wird in fortgehender Entwickelung immer mehr blattförmig, d. h. consistenter und dünner.

So scheinen alle serösen Häute sich zu bilden, indem die an eine mit thierischem Wasser gefüllte Höhle grenzenden Organe einen solchen Ueberzug erhalten.

n. Athmungs-organe.

Die Athmungsorgane bilden sich in dieser Zeit rasch aus. Der vordere Theil der Lunge wird dicker und drängt sich immer näher an den Rücken an. Die innern Verzweigungen in ihm nehmen sehr zu, und sind schon am achten Tage von sehr bestimmten Wänden gebildet, während sie früher wie mit dem Pinsel nur zart in die Masse hineingezeichnet schienen. Zuerst theilt sich jeder Luftröhrenast in zwei Hauptäste und diese gabelförmig immer weiter. Aus diesen gröſsern Gängen wachsen gegen Ende dieses Zeitabschnittes äuſserst zarte und dünne Cylinder hervor, die parallel neben einander stehen, und nicht eigentlich gabelförmig aus den gröſsern Aesten kommen, sondern seitlich in Reihen aus ihm hervortreten. Diese dünnen Cylinder haben alle ein blindes knopfförmiges Ende, das gegen den Umfang der Lunge gerichtet ist. Die ganze Vertheilung giebt am zehnten Tage unter dem Microscope einen prachtvollen Anblick. Der hintere und innere Theil behält während dieser Tage das Ansehn einer schmalen Leiste. Das Microscop zeigt aber im Innern schon am achten Tage die Höhlung nicht ungetheilt, sondern in drei bis vier sackförmigen Erweiterungen hervorgestülpt, die nach vorn in einen gemeinschaftlichen Kanal übergehen, nach hinten aber ihre gröſsere Wölbung haben, ohne jedoch aus dem hintern Rande des Streifens hervorzuragen. Die Erweiterungen des Kanals sind also an diesem Tage durchaus nur innerlich. Die hinterste dieser Erweiterungen scheint dieselbe blasige Höhle zu seyn, die wir am vierten Tage bemerkten (§. 6. *h.*; §. 9. *p.*). Am zehnten Tage ragen diese Blasen schon nach hinten aus dem Rande hervor, besonders die hinterste, welche fast die Gröſse eines Stecknadelknopfes hat. Die Wand ist aber durch die Vergröſserung dünner und durchsichtiger geworden. — Die Luftröhre verlängert sich in diesen Tagen sehr rasch. Sie ist an den Theilungsstellen in beide Aeste verdickt, als Vorbildung des untern Kehlkopfes, und eben so an ihrem vordern Ende etwas becherförmig erweitert, als Vorbildung des obern Kehlkopfes. Der Uebergang in die Rachenhöhle ist jedoch wieder in eine Spalte verengt und bildet, von wulstigen Rändern umgeben, die Stimmritze. Zwischen beiden Kehlköpfen ist die Luftröhre am dünnsten, und da die erweiterten Stellen anfangs sehr ausgedehnt sind und erst ganz allmählig in die verengte Mitte übergehen, so hat es fast das Ansehn, als ob die Luftröhre sich von vorn und hinten gegen die Mitte ausgebildet hätte. Knorpelringe fand ich noch nicht.

o. Nieren.

Von den Nieren ist zu bemerken, daſs Läppchen in ihr sich ausbilden; der Rand der Nieren wird daher mehr gekerbt. Die Nieren verkürzen sich; deshalb werden die Harnleiter in ihrem hintern Theile ganz frei.

Die

Die Wolffischen Körper verkürzen sich immer mehr. Sie werden in der Mitte breiter, spitzen sich dagegen nach den Enden, besonders nach dem vordern zu. Nach den Geschlechtern entwickelt sich aber ein sehr auffallender Unterschied. Im männlichen Geschlechte wachsen die Theile, obgleich sie gegen die benachbarten Organe in der Entwickelung sehr zurückbleiben, doch mehr als im weiblichen, und im weiblichen Geschlechte bleibt der rechte Körper etwas hinter dem linken zurück. Die Gefäſse in ihnen vermehren sich. Der ausführende Kanal der Geschlechtstheile bekommt im Weibchen ein weit breiteres vorderes Ende, als im Männchen. Der dünne Faden des Wolffischen Körpers fängt im männlichen Geschlechte an zu schwinden und wird gegen Ende des zehnten Tages unkenntlich.

p. Wolffische Körper.

Die zeugenden Organe beider Geschlechter ziehen sich zusammen, aber zu verschiedenen Formen nach den beiden Geschlechtern. Im männlichen Geschlechte werden sie schotenförmig, und sind nun nicht mehr als Hoden zu verkennen; im weiblichen Geschlechte werden sie zu dreieckigen Platten.

Hoden und Eierstöcke.

Im Wesentlichen bleibt die äuſsere Form des Herzens von jetzt an dieselbe. Kleine Veränderungen gehen aber doch fort. So wird die Spitze des Herzens immer schärfer und überragt mehr die rechte Kammer als früher. Die Drehung des Herzens scheint auch noch ganz leise fortzuschreiten. Es stellt sich allmählig wieder in die Längenachse des Körpers, nachdem die Spitze eine Zeit lang nach unten gerichtet war. In der rechten Herzkammer sieht man die muskulöse Klappe sehr deutlich, so wie auch die übrigen Kläppchen des Herzens und die isolirten Muskeln sich unterscheiden lassen. Von den beiden Vorkammern ist die linke immer noch die gröſsere. Beide sind dicht an die Kammer eingerückt. Wir haben früher bemerkt, daſs die erste Anlage der Vorkammern zwar in gedoppelter Zahl entspringt, daſs diese Anfänge aber die zukünftigen Herzohren sind, daſs dagegen der Venensack zwischen beiden eine ungetheilte Höhle ist. Allein in dem Zeitraume, den wir jetzt betrachten, kann man unbezweifelt von zwei communicirenden Venensäcken sprechen, denn in der gemeinschaftlichen Höhlung sind sehr deutlich durch eine einspringende Vorragung zwei Abtheilungen kenntlich. Diese Vorragung, die zukünftige Scheidewand, bildet einen Bogen, der am breitesten ist, wo die Scheidewand der Kammern auf den Venensack stöſst; von hier läuft er an der untern Wand des Venensackes (das Herz immer in seiner horizontalen Lage gedacht) nach der vordern Wand fort, und scheint sich vor der Erreichung der Veneneinmündung, die in der obern Wand ist, zu verlieren. Man kann also auch noch gar nicht sagen, ob die Hohlvene in den linken oder rechten Venensack geht, denn an dieser Fläche schien mir noch

q. Herz.

keine Abtheilung zu seyn. Die Hohlvene hat aber bei ihren Eintritte die Richtung nach links, ein Verhältnifs, das von der Metamorphose des Herzens unmittelbare Folge zu seyn scheint. Während der zweiten Periode nämlich mufste die Hohlader sehr stark nach links verlaufen, um den venösen Theil des Herzens zu erreichen. Im demselben bog sich die Vene in einen sehr spitzen Winkel um gegen den zurücklaufenden Ohrkanal. Indem mit dem Uebergange in die dritte Periode der venöse Theil des Herzens sich mehr nach der Mitte zieht, wird die linke Biegung des Blutstromes immer stumpfer, aber doch nur ganz allmählig. Die Krümmung dieses Bogens war zugleich nach vorn gerichtet. Dieselbe Richtung hat er noch, mit geringerer Biegung nach links, und der Blutstrom wendet daher in der linken Hälfte des gemeinschaftlichen oder noch sehr wenig getheilten Venensackes um. Davon scheint die immer noch bestehende stärkere Auftreibung der linken Wand abzuhängen. Der Blutstrom ging in der zweiten Periode durch beide Kanäle des von einer Scheidewand allmählig getheilten Ohrkanals in die Kammer. Das thut er auch jetzt noch, indem er in die venösen Oeffnungen beider Kammern, welche den Ohrkanal aufgenommen haben, hineinströmt. Die Venensäcke sind, wie anfänglich die Herzohren, nur seitliche Erweiterungen dieses Stromes.

Ich habe nur von einer Hohlvene gesprochen. In der zweiten Periode ist es ganz klar, dafs nur ein Venenstamm, der vor dem Eintritte in das Herz zu beiden Seiten die vordern Hohlvenen als Aeste aufnimmt, in das Herz tritt. Jede vordere Hohlvene wird zusammengesetzt aus der Drosselvene, den Armenvenen und den Intercostalvenen ihrer Seite. Dies Verhältnifs ändert sich jetzt nur in so fern um, als das gemeinschaftliche Stämmchen der Hohlvene immer kürzer erscheint. Am achten und neunten Tage ist nur noch die Mündung gemeinschaftlich. Später treten aber auch die Mündungen aus einander. Es scheint also immer mehr von dem Stamme der Vene verloren zu gehen, und es entsteht die Frage, ob das Schwinden dadurch zu erklären ist, dafs die Vene mehr in das Herz hinein wachse, oder dafs mehr vom Venenstamme sich in die Venensäcke umwandelt. Das Hineinwachsen der Vene macht uns die Entstehung der Klappen anschaulicher, allein die Klappen scheinen nur die innere Wand der Venen zu enthalten. Da überdies das Auftreten der Klappen grofsen Abweichungen unterworfen ist, (denn zuweilen sah ich am achten Tage zwei kleine Klappen an der Einmündung der Hohlvene, in den meisten Fällen konnte ich sie nicht unterscheiden,) so dürfte wohl eine Umwandlung, welche mehr die äufsere als die innere Wand ergreift, das vorherrschende Verhältnifs seyn, da es überdies auch das durchgehende in der ganzen Entwickelung des Herzens ist; denn wir erinnern

uns, dafs die Herzohren und die Venensäcke von Anfang an nur Umwandlungen der Hohlvene sind.

r. Bildung der Schlagaderstämme.

Die Aortenzwiebel hatte schon am siebenten Tage nicht mehr die Gestalt einer Zwiebel, sondern mehr eines breiten, zuweilen schon gefurchten Gefäfsstammes. Jetzt sieht man sie tief gefurcht und durch die Furchen scheinbar in vier Kanäle getheilt. Untersucht man die Sache genauer, so findet man, dafs die drei Kanäle der rechten Seite in einen kurzen gemeinschaftlichen Stamm zusammenfliefsen, und dafs der linke Kanal noch einen rechten obern verdeckten Ast hat. Es sind nämlich die beiden Hauptströme, die man schon am siebenten Tage im Innern der Aortenzwiebel getrennt findet, jetzt auch äufserlich getrennt und kürzer geworden. Ihre ehemalige vordere Vereinigung ist vollständig gelöst. Der eine dieser Hauptstämme kommt aus der linken Kammer, liegt bei seinem Ursprunge mehr oben, und wird also bei der Betrachtung von der untern Fläche von dem andern verdeckt. Er theilt sich in die beiden Trunci anonymi, welche die Speiseröhre zwischen sich lassen, und einen dritten Bogen, der auf der rechten Seite hinter dem Truncus anonymus verläuft. Der zweite Hauptkanal kommt aus der rechten Kammer, liegt bei seinem Ursprunge mehr nach unten, ist aber gleich nach links gerichtet. Er theilt sich in zwei Kanäle, von denen der eine mehr unten liegend neben dem linken Truncus anonymus nach links verläuft, der andere mehr nach oben und rechts über die Gefäfsbogen weggeht, welche nach dieser Seite aus dem ersten Hauptstamme sich wenden.

Auffallend ist die Kürze der gemeinschaftlichen Stämme. Die Metamorphose der Gefäfsbogen ist jetzt bis auf einen gewissen Grad gediehen, welcher die Umwandlung der ersten Form in die Gefäfsvertheilung verstehen läfst, die wir im erwachsenen Vogel kennen. — Wir hatten nämlich ursprünglich einen einfachen Kanal, der aus der Herzkammer kam, und sich in fünf Paar nicht zugleich, sondern nach einander entstehender Bogen theilte. Alle Bogen einer Seite liefen in eine Aortenwurzel zusammen, und beide Aortenwurzeln bildeten den Stamm der Aorta. Von den fünf Paar Bogen schwand zuerst der erste, und dann der zweite. Am fünften Tage sind also nur drei Paar Bogen, und die Aortenwurzel, so weit sie den beiden ersten Bogen angehört, scheint in den Stamm der Kopfschlagader umgewandelt zu seyn. Unterdessen hat der Ursprung der Aorta sich verdickt, und ein kolbiges Ansehn gewonnen. Er enthält nämlich zwei Ströme, die sich um so mehr scheiden, je vollständiger die Trennung der Kammern wird. Beide Ströme laufen aber noch eine Zeitlang nach vorn zusammen. Der eine Strom kommt aus der linken Kammer und richtet sich gegen den ursprünglich dritten Bogen beider Seiten und den vierten der rechten Seite. Der

andere Strom kommt aus der rechten Kammer und vertheilt sich in den vierten Bogen der linken und den fünften Bogen der rechten Seite. Der fünfte Bogen der linken Seite schwindet. Zugleich ziehen sich die Bogen von der Rachenhöhle nach hinten zurück. Endlich sind im jetzigen Zeitabschnitte beide Ströme auch äufserlich geschieden. Die Aorta entspringt noch aus zwei Wurzeln, welche verhältnifsmäfsig kürzer sind, als früher. Die rechte Wurzel wird vom dritten, vierten und fünften Bogen ihrer Seite gespeist, die linke schwächere vom dritten und vierten Bogen ihrer Seite. Die Aorta bekommt also noch das Blut aus beiden Kammern, und zwar erhält jede Wurzel einen Bogen aus der rechten Kammer, und aufserdem nimmt die rechte Wurzel zwei Bogen aus der linken Kammer, die linke nur einen aus derselben auf. Der fünfte Bogen der rechten Seite hat seine Lage etwas verändert, da er über dem aus der linken Kammer kommenden Ursprunge der Aorta weggeht. Den Grund dieser Umänderung kann man in der Richtung des Blutstromes aus der rechten Kammer suchen.

Die fünf jetzt bestehenden Bogen bleiben für immer, verändern aber ihre Bedeutung. Die beiden dritten Bogen gehen noch mit ziemlich starkem Strome in die Aortenwurzel ihrer Seite über. Man denke sich aber diese Uebergänge schwächer werdend, wie später erzählt werden soll, dagegen den Uebergang in die Kopfschlagader und Armschlagader stärker, wodurch diese als unmittelbare Verzweigungen der Bogen sich zeigen, so erscheinen beide Bogen als die Trunci anonymi, wie wir sie schon benannt haben. Der fünfte Bogen der rechten und der vierte Bogen der linken Seite schicken jetzt schon kleine Zweige in die Lunge. Der Hauptstrom dieser Bogen geht dagegen in die Aorta. Man denke sich die Verzweigung in die Lunge so verstärkt, dafs sie die Fortsetzung der Bogen bildet, den Uebergang in die Aorta aber schwächer werdend, so haben wir aus beiden Bogen die Lungenarterien und aus jeder einen communicirenden oder Botalli'schen Gang in die Aorta. Wenn nach der Geburt auch diese schwinden, so hat sich also der ganze Ursprung der Aorta aus der rechten Kammer in die Lungenschlagadern umgewandelt. Während alle übrigen Uebergänge in die Aorta schwächer werden, verstärkt sich der vierte Bogen der rechten Seite immer mehr und bildet vor dem Auskriechen des Hühnchens die Hauptwurzel der absteigenden Aorta, bald nach demselben aber die einzige.

Ich habe der folgenden Darstellung vorgegriffen, um von nun an die verschiedenen Bogen nach der Bedeutung, die sie allmählig annehmen, benennen zu können. Es sollen also in Zukunft die jetzt bestehenden ersten Bogen (d. h. die dritten nach der ersten Bildung) die *ungenannten Stämme* (Trunci annonymi), oder, da diese Bezeichnung ungeschickt ist, die *vordern Schlagader-*

stämme, die hintersten Bogen (oder der rechte fünfte und linke vierte Bogen der ersten Bildung) die *Lungenschlagadern*, und endlich der vorletzte Bogen der rechten Seite die *absteigende Aorta* oder der *hintere Schlagaderstamm* heifsen.

Wie die beiden Körper, welche man bald als Schilddrüsen, bald als Thymusdrüsen des Vogels angesehen hat, die Ueberbleibsel der Kiemenbogen seyn sollen, wofür Huschke sie hält (Isis Bd. XX. S. 403), ist nicht recht einzusehen. Die Kiemenbogen gehen in die Wand des Halses über, und die Masse, die sie bildet, weicht nie bis dahin zurück, wo jetzt die Gefäfsbogen liegen. Auch fand ich diese Körper nicht an den vordern Schlagaderstämmen, sondern auf jeder Seite als zwei kleine blutreiche Körperchen nahe an der Ursprungsstelle der Kopfschlagader, aus welcher jedes Körperchen einen kleinen Ast erhielt. Gerade diese Lage könnte aber, da der hinterste Theil der Kopfschlagader ursprünglich zur Wurzel der Aorta gehört hat, darauf hinführen, dafs diese kleinen Körper den geschwundenen ersten Gefäfsbogen (nicht Kiemenbogen) ihren Ursprung verdankten. Allein ich habe von der Umbildung nichts wahrgenommen. Beide Körperchen haben eine auffallende Aehnlichkeit mit der Milz und, wenn ich nicht irre, mit dem ersten Zustande der Wolffischen Körper. Sie hängen noch inniger mit den Drosselvenen zusammen, als mit der Kopfschlagader, und scheinen, unter dem Microscope betrachtet, aus verästelten und verwickelten Gefäfsen zu bestehen. Wenn ich diese Gefäfsdrüsen, wie man sie nennen könnte, am Halse deutlich sah, waren auch immer die Nervenknoten im Vagus und Sympathicus deutlich. Unter dem Microscope hatten die Nervenknoten und die Gefäfsdrüsen grofse Aehnlichkeit, da man in den ersten eben so die Vertheilung der Nervenfäden, die in der Mitte der Körperchen sich zu verwickeln schienen, bemerkte. Nur die dunklere Farbe der Gefäfsdrüsen unterschied sie von den Nervenknoten. Das erste Auftreten beider Theile habe ich noch nicht verfolgen können.

s. Rückenmark.

Im Rückenmarke sondern sich die Anschwellungen, aus denen die Nerven der Extremitäten entspringen. Während nämlich früher das Rückenmark (§. 9. *u.*) im ganzen Rumpfe verdickt erschien, verdünnt sich jetzt verhältnifsmäfsig die Mitte desselben, und die Anschwellungen weichen nach vorn und hinten aus einander. Uebrigens hat jede Eintrittsstelle eines Nerven eine kleine Anschwellung für sich. Die Blätter des Rückenmarkes klaffen jetzt deutlich aus einander, besonders im Halse; die untern Stränge des Rückenmarkes sind an der Austrittsstelle der Nerven für die Extremität viel stärker, als die oberen.

t. Hirn. Gesammtform.

Das Hirn verändert seine Gesammtform während dieser drei Tage gar sehr. Die Vierhügel, die schon am siebenten Tage weniger wuchsen, bleiben im Wachsthum so zurück, dafs sie niederzusinken scheinen, und zwar um so mehr,

da sie wohl in die Breite zu wachsen fortfahren, aber nicht mehr in die Höhe. Die stärkste Entwickelung ist jetzt in den Hemisphären des grofsen Hirns, die sich nach allen Seiten wölben, vorzüglich aber gegen die Vierhügel hin sich verlängern. Dadurch wird die Blase der dritten Hirnhöhle, die schon am sechsten und siebenten Tage in der Entwickelung sehr zurückgeblieben war, fast ganz überdeckt. Man sieht also, wenn man das Hirn von seiner Decke aus betrachtet, fast nur die Vierhügel und das ansehnlichere grofse Hirn. Zwischen beiden ist eine tiefe, noch ziemlich breite Queerspalte, auf deren Boden man die Blase der dritten Hirnhöhle findet, mit ihrer geöffneten und hinaufgedrückten Decke. Hinter den Vierhügeln ist das kleine Hirn mit deutlichem Mittelkörper. Die wesentlichste Veränderung besteht aber wohl darin, dafs man jetzt in den meisten Gegenden sehr deutlich Faserungen auftreten sieht, die sich zum Theil in dicke Bündel zusammenlegen.

Einzelne Theile.

Doch, gehen wir die einzelnen Abschnitte durch. Indem das grofse Hirn wächst, verändert sich seine äufsere Ansicht, besonders aber die Ansicht der innern Theile. Der Theil, den wir dem Gewölbe des Säugethierhirnes gleichgesetzt haben, ist schon am achten Tage kaum mehr zu kennen, die mittlere Einsenkung wird tiefer; da aber zugleich die gestreiften Körper stark wachsen und besonders nach hinten, so werden die hintern Schenkel des Gewölbes stark erhoben und aus einander gezogen. Die Mittellinie des Gewölbes stellt sich daher immer mehr senkrecht gegen den Boden des grofsen Hirnes. Die mittlere, aus zwei sich immer näher an einander legenden Blättern bestehende und bis auf die Mittellinie des Gewölbes reichende Einsenkung ist also jetzt schon unverkennbar der Theil des Vogelhirnes, den man die strahlige Scheidewand nennt, und der sich von der durchsichtigen Scheidewand der Säugethiere dadurch unterscheidet, dafs er in Ermangelung eines Balkens bis an die Decke sich fortsetzt. Die Seitenventrikel werden enger. Nach der Basis des Hirnes zu findet man Kreuzungsfasern.

Dadurch, dafs sich die Mittellinie des ehemaligen Gewölbes oder der untere Rand der werdenden Scheidewand mehr senkrecht stellt und die hintern Schenkel nach oben und aus einander geschoben werden, wird auch der Uebergang aus der Höhle des grofsen Hirns in die dritte Hirnhöhle erweitert, und da die dritte Hirnhöhle in der Decke geöffnet ist, so hat das grofse Hirn hier einen mittelbaren Ausgang. Diesen mittelbaren Ausgang durch die Decke der dritten Hirnhöhle hatte das grofse Hirn schon am siebenten und sechsten Tage, ja noch früher. — Damals aber hatte bestimmt das grofse Hirn keinen andern unmittelbaren Ausgang, so dafs die Seitenventrikel also nur mit der mittlern durch das ganze Hirn gehenden Höhle communicirten. Ob nun der Ausgang, den die Ven-

trikel des grofsen Hirnes in diesem Zeitabschnitte gewinnen, blos dadurch entsteht, dafs die hintern Schenkel des Gewölbes aus einander gezogen werden, oder ob wirklich ein Theil der Hirnwand aufreifst, kann ich leider nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Am achten Tage und am Anfange des neunten sind die Ventrikel noch überall geschlossen. Am 10ten Tage schien mir aber in der That der hintere Uebergang der Scheidewand in der Decke jedes Ventrikels auch bei dem vorsichtigsten Abtrennen der Hirnhaut eine Lücke in der Continuität, von scharfen Rändern umgeben, zu offenbaren. Es ist aber äufserst schwer hierüber mit Bestimmtheit zu entscheiden, da die Scheidewand um diese Zeit nach oben überaus dünn ist und die Analogie des Amphibienhirnes dagegen spricht.

Indem das grofse Hirn und die Blase der dritten Hirnhöhle sich näher zusammenschieben, vergröfsern und erheben sich die Sehhügel ansehnlich. — Von ihnen sieht man einen erhabenen, breiten Streifen, der nach aufsen um den Hirnschenkel herum nach unten verläuft, hervortreten, eine deutlich gefaserte Structur annehmen, mit dem gleichnamigen Streifen der andern Seite sich verbinden, zum Theil kreuzen und in die Sehnerven übergehen. Der Streifen ist also der Sehnervenstreifen, der die Sehnerven mit dem Sehhügel und der Vierhügelhälfte jeder Seite in Verbindung setzt. Früher war namentlich der letzte Theil weit von den Sehnerven entfernt, und ein Zusammenhang nicht anders als durch fremdartige Theile zu erkennen. Jetzt aber sind die Vierhügel ziemlich dicht an die Sehhügel gerückt. Der Sehnervenstreifen ist aber auch nicht etwas ganz Neues, das sich zwischen zwei Theile hinein lagert, sondern eine Ausbildung der äufsern Wand der Hirnbasis, und schon am siebenten Tage glaubte ich, durch die spätere Form aufmerksam gemacht, eine überaus schwache Erhebung zu erkennen. Der Boden der dritten Hirnhöhle führt in den Trichter, an dem ich nur bemerkte, dafs sein knopfförmiger Anhang deutlicher vom Trichter geschieden und von einer Grube des werdenden Keilbeines enger umfafst wird. Die Sehnervengrube füllt sich in diesen Tagen auch allmählig aus und man erkennt keine Eingänge in die Sehnerven mehr. Ich habe schon früher bemerkt (§. 8. *v.*), dafs beide Eingänge der Sehnerven sich näherten und endlich in die Spitze der Grube zusammenrückten (§. 9. *o.*). Jetzt ist gar kein Eingang mehr und die Nerven sind gekreuzt. Um sich deutlich zu machen, wie die Sehnerven vorher nicht gekreuzt sind, nachher aber gekreuzt, ohne doch jemals ihren Ursprung oder ihr Ende zu verändern, erinnere man sich an das Verhältnifs der Sehnerven, wie es am vierten und fünften Tage ist. Jeder Nerve hat seinen besondern hohlen Eingang an der Seitenwand einer trichterförmigen Grube. Man denke sich nun, dafs jeder Sehnerve sich verlängert, indem er sich immer mehr

aus dem Hirntheile herauszieht. Stellen wir uns das Herausziehen ganz mechanisch vor, wie aus einem zähen Teige, so wird immer mehr von der Wand der gemeinschaftlichen Sehnervengrube in die Substanz der Sehnerven umgewandelt. Eine nothwendige Folge davon ist, dafs zuletzt die Spitze der Grube beiden Nerven gemeinschaftlich wird, und beide hohlen Eingänge über derselben zusammenrücken. Jene Spitze ist jetzt die Kreuzungsstelle. Wenn nun unterdessen die Fasern deutlich geworden sind, so kommen sie an dieser Stelle von beiden Seiten zusammen. Man erinnere sich, dafs am vierten und fünften Tage keine deutlichen Fasern sich erkennen lassen, dafs es vielmehr das Ansehn hat, als ob der Sehnerve von der gesammten Wand der dritten Hirnhöhle käme. Denkt man sich nun den Umfang des Ueberganges (der freilich durch nichts bezeichnet ist) nicht allzu klein, so ist nicht nur ein Theil der rechten Wand der dritten Hirnhöhle, sondern auch ein kleinerer Theil der angrenzenden linken Wand Ursprung des Sehnerven der rechten Seite, und es kann gar nicht auffallen, dafs später bei deutlicher Faserung jeder Sehnerve von beiden Seiten kommt. Diese Darstellung scheint eben zu erweisen, dafs immerfort die Sinnesnerven aus dem Hirne herauswachsen, was für die erste Bildung so klar vor Augen liegt.

Die Decke der dritten Hirnhöhle verändert sich durch Faltung, indem sich das grofse Hirn und die Vierhügel zusammenschieben. Der hintere Theil der Decke, der keine Oeffnung hatte, faltet sich zwar auch etwas, erhebt sich aber nicht, sondern verdickt sich nur durch Faltung. Er hat am 10ten Tage schon deutlich den Character der hintern Commissur. Unter ihm liegt ein Kanal, den ich die vordere Wasserleitung nennen will. Es ist der hintere Theil der ursprünglich ein Ganzes bildenden und nachher sich in einen vordern und einen hintern Abschnitt scheidenden Blase der dritten Hirnhöhle (§. 7. *u.*). Der Theil der Decke aber, der unmittelbar von den Sehhügeln ausgeht, und der zum Theil geöffnet ist, erhebt sich und faltet sich, und zwar nicht eigentlich durch das Zusammenrücken des grofsen Hirnes und der Vierhügel (denn nach unten stofsen diese noch nicht an einander), sondern, wie es scheint, durch ein Zusammenknicken der Hirnschenkel selbst und ein Aneinanderrücken der einzelnen Theile an der Basis des Hirnes.

Am meisten verändern die Vierhügel ihr Aussehen. Die Faltungen, die wir vom siebenten Tage beschrieben, nehmen am achten zu. Gleichzeitig wird die mittlere Einsenkung breiter. Oeffnet man um diese Zeit eine Hälfte der Vierhügel, so sieht man eine seitliche Höhle sich zwischen die einzelnen Faltungen verzweigen. Die Faltungen nehmen den vordern Theil der Vierhügel ein und lassen einen kleinern hintern Theil glatt. Das ist alles, was ich von der Abtheilung

der

der Vierhügelmasse in ein vorderes und ein hinteres Paar Anschwellungen gesehen habe, deren Serres erwähnt. Am neunten Tage fangen die Faltungen an, unter sich zu verwachsen, und am 10ten Tage hat man fast nur eine einfache Höhle auf jeder Seite mit einer dicken Wand. Diese Höhle communicirt mit der gegenüber liegenden unter der mittlern immer breiter werdenden Einsenkung. Die Vierhügel bestehen also aus zwei immer mehr nach den Seiten rückenden Blasen, durch einen breiten mitten durchgehenden Kanal verbunden. Der mittlere Kanal, welcher die mittlere Wasserleitung heifsen kann, geht vorn in die vordere, hinten in die hintere Wasserleitung über, und ist jetzt nur noch wenig weiter, als diese beiden. Seine Decke ist nach hinten sehr dünn. Im Innern der Vierhügel knickt sich der durchgehende Hirnschenkel nach oben ein, und damit hängt die Verkürzung der Vierhügel wohl zusammen. Von innen angesehen hat diese Einknickung einige Aehnlichkeit mit einem Hirnganglion, ist aber jetzt noch lange nicht so frei, wie die innern Ganglien der Vierhügel in niedern Wirbelthieren.

Das kleine Hirn wächst rasch, nachdem sich beide Blätter vereinigt haben. Von der Vereinigung sieht man am Ende des siebenten Tages statt des einfachen Blattes ein durch Faltung und Einkerbung gedoppeltes Blatt, selten eine dreifache Faltung. Am zehnten Tage ist schon ein deutlicher Wurm da, denn die Mitte der Verwachsung verdickt sich. Obgleich man nach unten keine Brücke bemerkt, so sind doch die Hirnschenkel unter dem kleinen Hirne sehr verdickt.

Die vierte Hirnhöhle erhält ein sehr verändertes Ansehn. Die Umbeugungen der Hirnschenkel werden nämlich immer schärfer, so dafs die vierte Hirnhöhle sich immer mehr unter dem kleinen Hirne versteckt. Sie geht nach hinten nicht unmittelbar in die Spalte des Rückenmarkes über, vielmehr sind die Rückenmarksplatten hier nicht nur verwachsen, sondern die Verwachsung bildet sogar eine Vorragung, die dem kleinen Hirne ähnlich, jedoch viel kleiner als das letztere ist.

Alle Fortsetzungen der harten Hirnhaut, Sichel, Zelt u. s. w. sind stark ausgebildet. Merkwürdig aber ist es, dafs der Schädel fast noch ganz die Consistenz einer Haut hat. Nur das Keilbein, das Hinterhauptsbein und die Gegend um das innere Ohr haben eine etwas festere Consistenz. In der Wirbelsäule sind die Wirbel ringförmig, indem der Körper nur sehr wenig dicker ist, als der Bogen; die Rückensaite läfst sich jedoch am Ende dieser Periode nicht mehr so leicht ausziehen, als früher. Noch ist der ganze Wirbel knorpelig.

Die Gröfse der Augen könnte man fast ungeheuer nennen. Beide zusammen betragen mehr als die Hälfte des Kopfes. Bis zum siebenten Tage waren die

u. Augen.

Augen völlig unbedeckt. Am achten Tage sieht man rund um das Auge in der Haut einen fast kreisförmigen Saum, nur nach innen ist der Kreis etwas verlängert. Hier sieht man dagegen innerhalb des Saumes eine dünne Falte sich bilden, letztere ist die Nickhaut. Der kreisförmige Saum erhebt sich in Form einer Falte gegen die Mitte, jedoch mehr von oben und von unten, als von beiden Seiten. Dadurch wird allmählig eine Ellipse gebildet, welche am 10ten Tage noch so weit ist, dafs der gröfste Theil des Auges unbedeckt bleibt. Die harte Augenhaut ist sehr dünn. Die Gefäfshaut hat noch einen länglichen Flecken ohne Pigment, der, vom Eintritte des Sehnerven nach dem Rande zu immer schmaler werdend, in ziemlicher Entfernung vom Rande aufhört. Dann sieht man aber weiter nach aufsen an der innern Fläche des Ciliarkörpers wieder einen weifsen Strich. Dieser schien jedoch nicht im Ciliarkörper, sondern auf seiner innern Fläche aufzuliegen, und in einer Falte zu bestehen, aus der ich zuweilen eine (in Weingeist geronnene) Masse hervorzog, die an die *Campanula Halleri* im Fischauge erinnert. Ueberhaupt bildet die Netzhaut an dem pigmentlosen Streifen jetzt eine deutliche Falte nach innen, die in dem Glaskörper sich eindrückt. Der Ciliarkörper wächst und ist an der hintern Fläche von einer dünnen Haut bedeckt, die sich jetzt scharf von der Netzhaut sondert, und die ich früher schon als Strahlenblättchen bezeichnet habe. Sie scheint nämlich an der Linsenkapsel aufzuhören, oder mit ihr verwachsen zu seyn. Sehr deutlich ist es, dafs die Netzhaut mit aufgeworfenem, zuweilen gekerbtem Saume sich von dem Strahlenblättchen sondert. Gegen Ende dieses Zeitraumes erscheint die Regenbogenhaut als ein schmaler Ring an der Oeffnung der Gefäfshaut. Sie ist noch ungefärbt.

v. Nase. Der Nasengang stellt sich allmählig mehr horizontal, theils indem der Schnabel mehr hervortritt, vorzüglich aber dadurch, dafs der Oberkiefer, nachdem er den Stirnfortsatz erreicht hat, nach innen sich gegen den benachbarten ausdehnt, und von der Schnabelspitze aus nach hinten zu immer mehr mit ihm verwächst, wobei sich zugleich die Nasenscheidewand bildet. Dadurch werden also die Gaumenbogen geformt. Vorn stofsen sie an einander, nach hinten werden sie durch einen Schlitz getrennt. In diesen Schlitz laufen die Nasengänge aus. Gegen Ende dieses Zeitraumes fangen die Gaumenbogen schon an zu verknorpeln. Die Muscheln wachsen aus der Nasengrube hervor gegen den Nasengang.

w. Ohr. Der äufsere Gehörgang ist weit und tief. Die Eustachische Röhre ist nicht ganz so weit, als im frühern Zustande, aber noch nicht vom Keilbeine umfafst. Spaltet man diese Röhre auf, so führt sie zum innern Ohr, welches mehrere Theile zeigt, die ich nicht bestimmen kann, da ich ihrer Entwickelung nicht stufenweise gefolgt bin. Unter andern sieht man eine weifsliche Blase, noch von weicher

Masse umgeben, wahrscheinlich den Vorhof. Die Bogengänge sind am Ende dieses Zeitraumes vom Schädel aus auch zu finden.

§. 11.

Eilfter bis dreizehnter Tag.

a. Allgemeine Eitheile.

Der Luftraum nimmt immerfort zu, das Eiweifs ab. Der Dottersack wird schlaff und fällt zusammen. Er ist also weniger gefüllt. Die grofsen Dotterkügelchen scheinen sich sehr vermindert zu haben. Der Gefäfshof hat sich fast über den ganzen Dotter ausgedehnt. Nur ein kleiner Theil, von etwa vier bis fünf Linien im Durchmesser, wird blos vom Dotterhofe umgeben. Indem der Dotterhof sich so verkleinert, scheint er wirklich zu schwinden, wenigstens glaubte ich um diese Zeit auch bei vorsichtigem Abtrennen des Eiweifses oft eine wahre Lücke in der Umkleidung des Dotters zu sehen. Wenn auch die Grenzvene nicht mehr bemerkt wird, so ist doch ihre ehemalige Stelle sehr kenntlich, denn die Keimhaut ist im Dotterhofe sehr zart und dünn, im Gefäfshofe ist sie dagegen sehr viel dicker, besonders in ihrem Schleimblatte. Dieses ragt mit tiefen, gekräuselten Falten, die schon am Anfange dieser Periode kenntlich waren, jetzt aber eine Tiefe von mehr als einer Linie erlangt haben, in die Dottermasse hinein. Die Falten sind wieder mit kleinen Runzeln besetzt und offenbar den Darmfalten analog, die in vielen niedern Wirbelthieren die Stelle der gesonderten Darmzotten vertreten. In jeder Falte liegt eine gröfsere Vene, und in den kleinen Runzeln zartere Venenäste.

b. Harnsack.

Bei stärkerer Entwickelung des Harnsackes schwindet auch die seröse Hülle des Dotters. Ich habe leider versäumt, die Zeit anzumerken, in welcher diese Hülle nicht mehr gefunden wird, und kann jetzt, wo ich keine frischen Eier zu untersuchen Gelegenheit habe, das Versäumte nicht nachholen. Doch glaube ich, dafs im nächsten Zeitabschnitte diese Hülle nicht mehr da ist. Der Harnsack umwächst nun allmählig den ganzen Dotter mit dem Amnion, so dafs, da er im Allgemeinen nach rechts fortschreitet, er sich selbst erreicht. Wo er sich erreicht, verwachsen die Ränder dieses Sackes. Ueberhaupt wird die ursprüngliche Form desselben bald ganz unkenntlich. Es ist schon am dreizehnten Tage die linke Nabelarterie entweder allein oder doch vorzüglich entwickelt, und die rechte kaum bemerklich. Die Stämme und Hauptzweige der Arterie so wie der Nabelvene scheinen oft zwischen der äufsern und innern Hälfte des Sackes zu liegen, indem sie die innere Hälfte nach der Höhlung hineinfalten. Da die Stelle ihres Hervortretens, der Nabel nämlich, und auch ihre Enden durch Anheftung

des Harnsackes an die Schaalenhaut befestigt sind, so nehmen die gröfsern Aeste, indem sie wachsen, eine sehr verschiedene Stellung an, wodurch die verbindende Haut auf verschiedene Weise gefaltet erscheint, verwächst und unkenntlich wird. Zuweilen hat es ganz das Ansehn, als ob dieses gewöhnlich sogenannte Chorion nur aus einem Blatte bestünde, indem die innere Hälfte nicht im Zusammenhange dargestellt werden kann. Man sieht aber aus der ganzen Entwickelungsweise, dafs, wenn der Harnsack sich selbst in seinem Wachsthume erreicht hat, Amnion und Dottersack von zwei Lagen desselben umgeben sind, einer innern und äufsern, von denen jede ursprünglich aus dem Schleimblatte und dem Gefäfsblatte bestanden hat. Gewöhnlich sind beide Hälften auch noch vollständig zu entwickeln. In der Flüssigkeit zwischen beiden Lagen sieht man jetzt zarte, weifse, flockige Streifen und Klümpchen als Niederschlag aus dem Hirne. Die Stämme der Venen und Arterien des Harnsackes unterscheiden sich durch die Farbe, jene enthalten ein helleres, diese ein dunkleres Blut. Die Arterien sieht man bei jedem Pulsschlage in den Stämmen sich strecken, und in der Nähe der befestigten Stellen sich krümmen.

c. Amnion. Das Amnion erhält zarte aber deutliche Gefäfse.

d. Gestalt und Lage des Embryo. Die Bewegungen des Embryo sind selbstständiger, seine Lage wechselt im Einzelnen sehr und scheint von Nebenumständen der Umgebung abzuhängen. Doch ist er dem stumpfen Ende näher, als dem spitzen. Gewöhnlich liegt er hier in Form eines Ringes, der die Queerperipherie des Eies einnimmt. Er scheint behaart, und diese Haare haben die Farbe des künftigen Huhnes. Untersucht man sie genauer, so findet man, dafs sie keine wahren Haare, sondern die (am 13ten Tage bis auf vier Linien) verlängerten, schmalen und nicht geöffneten Federbälge sind, welche die künftigen Federn mit ihrer Färbung enthalten, mit äufserst zarten, noch nicht in gesonderte Strahlen aufgelösten Fahnen. Der Rumpf übertrifft den Kopf schon merklich an Masse.

Der Schnabel hat keinen Ausschnitt mehr, wird stumpfer und erhält seinen hornigen Ueberzug. Die Zehen bekommen Nägel. Die Oberhaut an den Füfsen theilt sich in Schilder und Schuppen, ist aber noch weich, die Hinterzehe stellt sich ganz nach hinten.

e. Nabel. In den Nabel hängt jetzt eine, nicht mehr einfache, sondern gewundene Schlinge des sich stark verlängernden Darmes tief herab und bis aus dem Nabel heraus, so dafs in der That ein Theil des Darmes aufserhalb des Leibes liegt, auch wenn man den Nabel zur Bauchhöhle rechnet, da die Höhlung des Nabels mit ihr in offener Communication steht. Der Stiel des Harnsackes ist dagegen mit dem Nabel verwachsen. Die Bauchplatten verlängern sich stark gegen den Nabel, er-

reichen ihn jedoch noch nicht und lassen eine elliptische Lücke zwischen sich, die nur von der Bauchhaut bis zum Hautnabel ausgefüllt wird.

Was der Hautnabel für die Bauchhaut ist, das ist diese Lücke für die Bauchplatten, die jetzt sich in Knorpel, Muskeln und Nerven getheilt haben, und die animalischen Theile des Leibes, so viel davon unter der Wirbelsäule liegt, bilden. Ich möchte die Lücke daher den *Leibesnabel* nennen. Sie nimmt lange nicht mehr die ganze Länge des Rumpfes ein. Daher ist vorn, wo die Bauchplatten zusammengestofsen sind, Raum für die Vergröfserung des Brustbeines, welches am 10ten Tage noch sehr kurz ohne Kamm und völlig weich war. Das Brustbein und mit ihm der ganze Brustkasten verlängern sich rasch nach hinten. Das erstere erhält einen zarten Kamm.

f. Skelet.

Das Knorpelskelet ist am dreizehnten Tage ziemlich vollständig da. Daher sind auch überall die Muskeln unverkennbar. Die Verknöcherung ist erst im Beginnen, zeigt sich aber, nachdem im vorigen Zeitabschnitte die Verknöcherung nur in der hintern Extremität bemerkt wurde, mit dem 11ten Tage auf so vielen Punkten, und schreitet so rasch fort, und so viel ich gesehen habe, nicht in allen Individuen auf völlig gleiche Weise, dafs man erst nach einer Reihe von blos über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen die normale Reihenfolge genau wird bestimmen können. In einem Embryo vom Anfange des zwölften Tages, den ich eben vor mir habe, sind Verknöcherungen in den gröfsern Röhrenknochen der Extremitäten, im Schlüsselbeine und Schulterblatte, auch im Schaambeine und dem Hüftbeine. Die Verknöcherung der vordern Rippen ist anderthalb Linien lang. In der Wirbelsäule haben sich die Körper verdickt, die vordern haben untere Dornfortsätze erhalten, so dafs die Wirbel ziemlich die Form haben, die ihnen im ältern Vogel zukommt.

Es ist aber die ganze Wirbelsäule noch knorpelig, mit Ausnahme eines sehr kleinen verhärteten Punktes in jedem Wirbel. Dieses Pünktchen liegt im Innern des Wirbelkörpers und umfafst die Rückensaite mit zwei kurzen Schenkeln. Vorher schon war die Rückensaite, die jetzt im Verhältnifs zu dem dickern Knorpel hell erscheint, in jedem Wirbel durch das Wachsen seines Körpers verengt, so dafs die Rückensaite die äufsere Form eines Lymphgefäfses hatte. Die Verengerung nimmt mit dem Auftreten der Verknöcherungspunkte rasch zu. Die ersten Verknöcherungspunkte erscheinen in den Hals- und Brustwirbeln, während die Backenwirbel noch keine haben. Vier und zwanzig Stunden später als der eben beschriebene Verknöcherungszustand, am dreizehnten Tage also, sind schon ansehnliche Verknöcherungspunkte zu beiden Seiten in den Wirbelbogen, dagegen wachsen die Verknöcherungen in den Wirbelkörpern äufserst langsam. Hierin

mag der Grund liegen, dafs man diese bisher übersehen hat, besonders da sie in den dickern Wirbelkörpern der Säugethiere schwerlich durchscheinend seyn werden.

Im Kopfe fand ich am Ende des zwölften Tages Verknöcherungspunkte fast in allen denen Knochen, die vom Schädel mehr entfernt sind. Der Zwischenkiefer ist schon hart, der Jochbogen ist fast verknöchert, obgleich weich; im Unterkiefer sind Knochen von 2½ Linie Länge, kleinere im Oberkiefer, in den vordern und hintern Gaumenknochen, im Quadratbeine, sogar in den Hörnern des Zungenbeines, ferner ein starker Knochen an der Grundfläche der Augenscheidewand (wohl der Keilbeinschnabel). Die Schädeldecke war noch überaus dünn und weich, doch waren die vordern Fortsätze der Stirnbeine verknöchert. Auch ein kleinerer Theil des Schläfenbeines war verknöchert, die Bogengänge selbst aber noch knorpelig. Die Basis des Schädels oder die Fortsetzung der Wirbelkörperreihen bestand aus dicken Knorpelmassen, welche kleine Knochenkerne enthielten. Einen Tag später sind fast alle Knochen des Kopfes wenigstens zum Theil verknöchert, und die Schädeldecke ist als eine grofse Fontanelle zu betrachten.

g. Baucheingeweide.

Der Bauch wächst in seinem hintern Theile langsamer, als im vordern. Da nun das Herz eine ansehnliche Gröfse hat, auch die Leber rasch wächst, obgleich nie in dem Maafse, wie in Säugethieren, so reicht der Magen bis in die Gegend des Nabels. Hierin scheint der Grund zu liegen, dafs um diese Zeit ein ansehnlicher Theil des Darmes im Nabel liegt, und sogar mit mehreren Windungen aus ihm heraushängt. Die hohle Nabelschnur verlängert sich dabei fast bis auf einen halben Zoll.

h. Speisekanal.

Verfolgen wir den Speisekanal von vorn nach hinten, so finden wir die innere Fläche der Speiseröhre mit ansehnlichen Längsfalten besetzt. Der Kopf ist mehr begrenzt, als in früherer Zeit, und ragt stark nach rechts vor. Nach dieser Seite hat die ganze Speiseröhre eine Krümmung, so dafs sie nicht mehr über der Luftröhre liegt. Der Vormagen ist ansehnlich erweitert, äufserlich und innerlich gegen den Muskelmagen begrenzt. Er ist dickwandig, und auf seiner innern Fläche sind die Schleimdrüsen sehr deutlich. Der Muskelmagen hat eine sehr dicke Muskelwand und überhaupt die bleibende Form. Von ihm geht rechts der Zwölffingerdarm ab bis zum Nabel, krümmt sich dann scharf um, steigt rechterseits bis zur Unterfläche der Leber, in dieser scharfen Umbeugung das Pankreas umfassend. Von der Leber wendet sich der Krummdarm wieder nach

hinten, geht von der rechten Seite in den Nabel, macht aufserhalb desselben einige Windungen, die von dem verlängerten Gekröse gehalten werden, nimmt in einer Windung den Dottergang auf, steigt an der Nabelwand wieder zurück und geht auf der linken Seite in den weiten Darm über, der sich längs des Kreuzbeines in einfacher Krümmung zur Kloake begiebt. Dafs man den im Nabel liegenden Theil des Dünndarmes in der That als herausgetrieben durch die Enge des Bauches betrachten darf und nicht blos als neu gebildete Verlängerung des Darmes, schliefse ich daraus, dafs die Blinddärme, die am dreizehnten Tage die Länge von vier Linien haben, jetzt fast ganz im Nabel liegen. Der Dickdarm ist am wenigsten gewachsen, hat aber an Weite bedeutend zugenommen. An der Leber ist die Gallenblase grün gefärbt, und etwas Galle findet sich im Zwölffingerdarme und im Magen. — Im Allgemeinen hat also der Verdauungsapparat schon seine bleibende Form, wenn wir davon absehen, dafs ein Theil des Dünndarmes hervorgetrieben ist.

i. Kloake.

Die Kloake ist vom Darme deutlich geschieden. In die Kloake geht mit weiter Mündung, aber mit Veränderung der Structur, die *Bursa Fabricii* über. Diese ist nämlich an ihrer innern Wand gefaltet. Beim Uebergange in die Kloake hören die Falten auf. Hier münden die Ausführungsgänge des Geschlechtsapparates und die der Nieren ein. Aufserdem geht der Stiel des Harnsackes in die Kloake. Dieser Stiel ist in der Nähe der Kloake erweitert, obgleich der Uebergang selbst eng ist. Die Erweiterung spitzt sich gegen den Nabel wieder zu. Das ist es, was von einigen Beobachtern die Harnblase genannt ist.

k. Nieren.

Die Nierenläppchen theilen sich sehr, wodurch der äufsere Rand der Nieren noch gekräuselter aussieht, als früher. Der Harnleiter ist deutlich bis in die Kloake zu verfolgen. Um den zwölften Tag entstehen nach Rathke die Nebennieren am vordern Ende der wahren Nieren.

l. Wolffische Körper.

Die Wolffischen Körper verkürzen sich immer mehr, sind aber noch sehr blutreich. Die Verkürzung ist im weiblichen Geschlechte, besonders auf der rechten Seite, fortwährend stärker, als im männlichen. Die innern Gänge winden sich mehr und rücken auf der einen Seite gegen den Hoden *), der sich auch verkürzt, und auf der andern Seite in den Ausführungsgang übergehend näher zusammen. Der letztere verliert sein vorderes Ende im männlichen Geschlecht, im weiblichen ist er rechts viel mehr verkürzt, als links.

*) Wird wohl nicht richtig seyn.

m. Lungen. Die Lungen hatten sich schon an die Rippen angelegt. Von jetzt an machen die Rippen tiefe Eindrücke, als ob die Lungen immer mehr nach oben drängten, und die Lungen verwachsen mit dem Brustkasten, indem der von beiden Seiten ausgeschiedene Peritonealüberzug sie zusammenleimt. Beim Uebergange aus dem vorigen Zeitabschnitte in diesen haben die Lungen oft ein pinselartiges oder sammtartiges Ansehn, indem die dünnen letzten Röhrchen aus der ursprünglich allgemeinen Fläche hervorragen, sie werden aber bald wieder zusammengekittet, und am dreizehnten Tage haben sie ganz die bleibende Form. Die hintere mit Bläschen gefüllte Leiste beginnt dagegen erst jetzt ihre Entwickelung. Nach Rathke's handschriftlichen Mittheilungen sind am Anfange dieses Zeitraumes vier Bläschen auf jeder Seite *). Die Bläschen drängen sich aus der Fläche hervor, und zwar die hintersten bei weitem rascher, als die vordere. Jene reicht am dreizehnten Tage frei in die Bauchhöhle hinein bis zum Nabel.

Die Luftröhre wird in ihrer Dicke gleichmäfsiger, doch bleibt das vorderste Ende noch weiter, als das hintere. Die Luftröhre sondert sich in mehrere Schichten, die am dreizehnten Tage sich leicht von einander trennen lassen. Die innerste Schicht ist die dünne, doch feste Schleimhaut (welche sich von der sie zunächst umgebenden Schicht so vollständig löst, dafs man sie aus derselben, wie aus einer Scheide hervorziehen kann. Rathke). Sie wird umgeben von einer zweiten, viel festern und dickern Schicht, welche sich in lauter hinter einander liegende Ringe mit ihren kurzen Zwischenmassen scheidet. Es sind die Luftröhrenringe mit den fibrösen Zwischenräumen. Enger liegt an dieser mittlern eine dritte äufsere Schicht, welche gefasert und nach beiden Seiten verdickt ist. Sie besteht aus einem muskulösen Ueberzuge, der zu beiden Seiten die Musculi sterno-tracheales bildet. Die Erweiterung des obern Kehlkopfes nimmt zu, so dafs er in zwei flache Seitentaschen ausgedehnt scheint. Zuletzt lassen sich alle Theile des Kehlkopfes unterscheiden, sogar die kleine erhabene, vom Schildknorpel noch immer vorspringende Leiste erscheint als ein zartes Strichelchen am Ende dieses oder dem Anfange des nächsten Zeitraumes. In diesem Zustande zeigen die Kehlkopfknorpel deutlich ihre Uebereinstimmung mit den Luftröhrenringen oder Theilen derselben, von deren Form sie weniger abweichen, als später.

n. Herz. Die rechte Vorkammer des Herzens bekommt die Gröfse der linken. Die hintere Hohlvene tritt in die rechte Vorkammer nach der Scheidewand, die sich jetzt

*) Ich habe nämlich nur drei gesehen.

jetzt bis hierher verlängert hat. Der Blutstrom ist gegen die linke Kammer gerichtet. Die hintere Hohlvene nimmt kurz vor dem Eintritt in das Herz die rechte vordere Hohlvene auf. Die linke vordere Hohlvene hat aber eine selbstständige Mündung, indem auf die oben (§. 10. *q.*) angedeutete Weise die gemeinschaftliche Mündung tiefer in die Vorkammer hineingezogen ist. Es hat fast das Ansehn, als ob diese Mündung jetzt das eirunde Loch, oder die Lücke in der Scheidewand einnähme. Die Mündung der hintern Hohlvene steht nahe an der Einmündung der linken vordern Hohlvene. Beide sind durch eine kleine Klappe getrennt, welche das Blut aus der letzten Vene nur in die rechte Vorkammer gelangen läſst, das der hintern Hohlvene vorzüglich in die linke Vorkammer, obgleich, da die Vene nicht geschlossen ist, doch auch die rechte Vorkammer angefüllt werden muſs.

o. Arterienstämme.

Was die ehemaligen Gefäſsbogen anlangt, so ist die Umänderung lebhaft. Die vordern Schlagaderstämme lösen sich allmählig mehr von den hintern Bogen. Sie gehen am dreizehnten Tage ganz unmittelbar in die Kopfschlagader und Armschlagader über, und erscheinen als Stämme derselben. Ihre Uebergänge in die beiden Aortenwurzeln werden dagegen dünner und gehen in immer schärfer werdenden Winkeln ab, haben also mehr die Form von communicirenden Aesten. Die Lungenschlagadern gehen in gleichmäſsig fortlaufenden Bogen über in die Wurzeln der Aorta, jedoch auf verschiedene Weise nach den beiden Seiten. Auf der linken Seite ist die Lungenschlagader, da der communicirende Ast aus dem vordern Schlagaderstamme schwach ist, die Wurzel der Aorta selbst und bei weitem stärker als die rechte Lungenschlagader. Auf der rechten Seite erweitert sich nämlich der hintere Schlagaderstamm auf Kosten der Lungenschlagader dieser Seite, so daſs jener vorzüglich die rechte Wurzel der Aorta bildet und die Lungenschlagader nur als Ast aufnimmt, — Veränderungen, welche anzudeuten scheinen, daſs immer noch die linke Kammer ihr Blut mehr nach rechts, die rechte Kammer mehr nach links treibt. Jede Lungenschlagader giebt überdies einen zarten Zweig in die benachbarte Lunge. Der vordere Theil des Körpers wird also nun aus der linken Kammer mit Arterienblut versorgt, der hintere aus der linken und rechten zugleich.

p. Hirn.

Das Hirn von oben angesehen sieht fast aus, wie das Kreuz *(trèfle)* in den Kartenblättern. Die Vierhügelmasse ist in zwei Anschwellungen weit nach der Seite gerückt. Die Mitte der Decke ist ganz niedergesunken und bildet eine sehr breite Verbindung zwischen beiden Vierhügel - Anschwellungen.

Vordere, hintere und mittlere Wasserleitung machen nun einen ununterbrochenen Kanal aus. Den hintern Arm des Kreuzes bildet das kleine Hirn, das sich zwischen die beiden Vierhügelblasen einkeilt, und die Höhe derselben erreicht hat, aufserdem die an das kleine Hirn anstofsende Verwachsung beider Rückenmarksblätter. Den vordern Arm des Kreuzes endlich nimmt das grofse Hirn ein, welches sich nach vorn zuspitzt. In der Mitte, wo diese vier Arme zusammenstofsen, ist eine Vertiefung, aus welcher ein Hügel vorragt, aber nicht ganz bis zur Höhe der andern Theile. Der Hügel besteht offenbar aus Hirnmasse, und kann nichts anders seyn, als die im vorigen Zeitraume in Falten nach oben geschobene Decke der dritten Hirnhöhle. Der Hügel ist nämlich an der untern Fläche hohl, wie ein umgestürzter Kessel, und läuft vorn mit zwei durch eine Spalte (die ursprüngliche Spalte in der Decke der dritten Hirnhöhle) getrennte dünne Schenkel in die Sehhügel über. Nach hinten aber scheint er durch ein weifses Blatt in die hintere Commissur überzugehen. Es ist einleuchtend, dafs dieser Hirntheil, der am dreizehnten Tage nicht eine Linie von den Sehhügeln absteht, die Zirbel ist. Es wäre hiernach die Zirbel die aufgehobene (§. 10. *t.*) und später verkümmerte Decke der dritten Hirnhöhle, so wie der Hirnanhang die abgestorbene Spitze des Trichters oder des ursprünglichen Endes der dritten Hirnhöhle ist.

Die früher erwähnte Verwachsung der Blätter des Rückenmarkes bei ihrem Uebergange in das Hirn erhebt sich nun und legt sich an das kleine Hirn an, wodurch die vierte Hirnhöhle ganz verdeckt wird. Das kleine Hirn ist beträchtlich vergröfsert und hat Queereinschnitte in seinem Mitteltheile bekommen, wodurch es in Blätter getheilt wird. Die beiden aus einander gewichenen Vierhügelmassen enthalten aber noch eine kleine Höhle, die mit der Wasserleitung communicirt. In jeder Höhle ist jetzt ein länglich rundes deutliches Ganglion. Die Wände sind durch die Verwachsungen dick geworden. Die Sehhügel sind sehr ansehnlich und im Verhältnifs zu den andern Hirntheilen gröfser als im erwachsenen Vogel. Die vordere Hirncommissur bildet sich auch vollkommen aus.

q. Auge.

In den Augen sehen wir jetzt die Augenliederspalte sehr verengt, die kreisförmige Falte nämlich in ein oberes und unteres deutliches Augenlied umgewandelt, welche nicht mehr durchsichtig sind. Im Auge selbst ist die Linse nicht mehr so convex als früher. Dadurch schon wird die Bildung einer vordern Augenkammer veranlafst. Die Regenbogenhaut fängt an sich zu färben,

und zwar vom innern Rande aus. Die Netzhaut wird allmählig dünner. Die Falte der Netzhaut ragt stark in den Glaskörper hinein, und wird von der Eintrittsstelle des Sehnerven aus von dem neu sich bildenden Fächer durchwachsen, der gefaltet tief in den Glaskörper sich einbohrt. Ich habe noch nicht eine unmittelbare Continuität des Fächers mit der Gefäfshaut entdecken können.

Im Ohre ist das Trommelfell deutlich. Es liegt sehr schief. Die Ohrtrompete liegt in einer Furche des Keilbeines, noch immer nicht von seiner Masse umschlossen.

r. Ohr.

§. 9.

Vierzehnter bis sechzehnter Tag.

Der Dottersack fällt immer mehr zusammen und wird von den Stämmen der Nabelgefäfse unregelmäfsig eingeschnürt. Der Harnsack umschnürt das ganze Ei, und heftet sich, da die seröse Hülle fehlt, unmittelbar an die Schaalenhaut, jedoch so, dafs sich beide immer durch Abziehen leicht trennen lassen. Am spitzen Ende des Eies scheinen die Ränder des Harnsackes, wenn das Eiweifs sehr fest an der Schaalenhaut sitzt, dieses zu durchschneiden, denn man findet zuweilen ein wenig Eiweifs am spitzen Ende des Eies aufserhalb des Harnsackes, das übrige innerhalb desselben. Die ursprüngliche Bildung des Harnsackes ist durch die Verwachsung mit sich selbst ganz unkenntlich geworden. Er scheint eine continuirliche Hülle zu seyn, und mag von jetzt an den Namen *Chorion* führen.

a. Chorion.

Die Stellung des Embryo ist noch weniger bestimmt, als in der nächst vorhergehenden Zeit. Indessen fand ich den Kopf immer nach der Brust gekehrt, wenn auch noch nicht immer unter dem rechten Flügel. Der enge Raum im Eie erlaubt dem Embryo nicht mehr, in der Queerachse des Eies zu bleiben, sondern bei fortgehendem Wachsthume wird er jetzt immer entschiedener mit seiner längsten Dimension in die Längenachse des Eies geschoben. Davon mögen die endlosen Verschiedenheiten in der Gestalt des Dottersackes und in der Stellung der Nabelgefäfse abhängen, wodurch eben die ursprüngliche Form des Chorions noch unkenntlicher wird. Ein um diese Zeit aus dem Eie genommenes Küchelchen schnappt nach Luft.

b. Form und Lage des Embryo.

Zuerst rücken immer mehr Darmwindungen aus dem Hautnabel hervor, der sich dabei erweitert; dann fangen sie an, sich wieder etwas zurückzuziehen. Der Leibesnabel rückt dem Hautnabel sehr nahe. Die Federbälge mit den enthaltenen Federn verlängern sich und erreichen am sechzehnten Tage eine Länge von 8 Linien, ohne sich zu öffnen, so dafs, mit unbewaffnetem Auge betrachtet, das Hühnchen durchaus behaart erscheint. Die Hornplatten auf den Füfsen und dem Schnabel nehmen an Festigkeit und Farbe zu. Die Nägel werden spitzer.

c. Herz.

Im Herzen rücken die Einmündungen der linken vordern Hohlvene und der hintern Hohlvene bedeutend aus einander. Die Klappe zwischen ihnen wird undeutlich, oder geht in die Eustachische Klappe über; ein muskulöser Wulst scheidet aber den Blutstrom aus der linken vordern Hohlvene vom eirunden Loche. Aeufserlich angesehen scheinen die rechte vordere Hohlvene und die hintere Hohlvene eine gemeinschaftliche Mündung zu haben. Im Innern aber ist schon eine Scheidung angedeutet. Die Einmündung der hintern Hohlvene ist nämlich mit zwei Klappen besetzt, deren Bedeutung und Stellung jetzt deutlicher ist. Die eine zieht sich von der Mündung der hintern Hohlvene nach der Lücke der Scheidewand und durch dieselbe hindurch. Sie ist also die Klappe des eirunden Loches. Die andere geht aus der gegenüber liegenden Wand der Vene hervor, reicht mit dem einen Ende bis zur Einmündung der linken vordern Vene und trennt daher beide Blutströme; mit dem andern Ende erreicht sie die Stelle, wo die rechte vordere Hohlvene und die hintere Hohlvene zusammenstofsen. Es ist die Eustachische Klappe, wie die spätere Zeit deutlicher zeigt. Jetzt wird also das Blut aus der vordern Hälfte des Körpers vorzüglich in die linke, das Blut aus der hintern Hohlvene in die rechte Vorkammer geleitet.

d. Schlagaderstämme.

Die vordern Schlagaderstämme lösen sich immer mehr von der Wurzel der herabsteigenden Aorta, und öfter habe ich den verbindenden Kanal am sechzehnten Tage nicht mehr finden können. Die Lungenschlagadern geben viel stärkere Aeste in die Lungen, als früher, wobei ihr Uebergang in die hintere Schlagader weit schwächer wird.

e. Athmungsapparat.

Von den Lungen selbst weifs ich keine bedeutende Veränderung anzugeben. Die Entwickelung der Säcke am hintern Rande der Lunge hat Rathke weiter verfolgt, und gefunden, dafs sie in die Bauchhöhle gegen die verschiedenen

Organe sich verlängern, indem sie das Bauchfell vor sich hertreiben. Nach diesen (handschriftlich mitgetheilten) Beobachtungen wird aus dem hintern, schon in dem vorigen Zeitraume tief in die Bauchhöhle hineinragenden Sacke der grofse Luftsack des Hinterleibes, aus den beiden vordersten werden die Luftsäcke des Herzens (Bulla cordis anterior et posterior).

An der weiter gewordenen Luftröhre sind nun auch alle Theile des untern Kehlkopfes zu unterscheiden, und von der bleibenden Form. Am obern Kehlkopfe sind die früher schon kenntlichen Knorpel ebenfalls zur bleibenden Form umgewandelt. Die Leiste aus dem Schildknorpel hat sich erhoben, und die einzelnen Muskeln sind schon kenntlich. Die Stimmritze scheint sehr eng von ihnen verschlossen zu werden, denn in der Luftröhre findet man um diese Zeit Luft und nicht Flüssigkeit, wie im Verdauungsapparate.

f. Harn- und Geschlechtsapparat.

Die Nieren werden massiger und haben ein weniger getheiltes Ansehn. Die Nebennieren treten mehr hervor. Der Stiel des Harnsackes erweitert sich in der Nähe der Kloake.

Im Geschlechtsapparate tritt die Verschiedenheit der Geschlechter immer bestimmter hervor. Die Hoden nähern sich der bohnenförmigen Gestalt, und in ihnen treten nach Rathke die Saamengefäfse auf. Die Eierstöcke dagegen bleiben flach. Der rechte entwickelt sich nicht weiter, und der linke nimmt vorn an Breite zu. Der rechte Wolffische Körper bleibt auch in der Entwickelung im weiblichen Geschlechte stehen, während der linke noch etwas fort zu wachsen scheint. Im Männchen sind die Wolffischen Körper gröfser. Der Faden des Wolffischen Körpers ist im Weibchen noch vorhanden. Der auffallendste Geschlechtsunterschied ist aber wohl im Ausführungskanale. Im männlichen Geschlechte haben sich die vordern Enden verloren, der hintere Theil dagegen wird länger und enger, auch etwas gebogen und hat schon ganz den Character des Saamenleiters. Im Weibchen verschrumpft der rechte Ausführungsgang, bis auf einen kurzen und dünnen Faden, der in die Kloake geht, aber den Wolffischen Körper lange nicht erreicht, der linke dagegen behält seine ganze Länge und verdickt sich. Sein vorderes Ende dehnt sich zum Trichter aus, und das hintere erweitert sich. Zugleich rückt dieser nun deutliche Eileiter vom Wolffischen Körper ab nach aufsen.

g. Hirn.

Vom Hirne bemerke ich nur, dafs das kleine Hirn sich mehr erhebt und nach vorn sich tiefer zwischen die Vierhügelblasen einkeilt. Diese rücken dabei

allmählig nach unten und die Zirbel wird mehr erhoben, so daſs ihre Verbindung mit der Region der dritten Hirnhöhle dünner wird. Die Zahl der Einschnitte des kleinen Hirnes vermehrt sich beträchtlich.

h. Auge.

Das obere und untere Augenlied erreichen einander und schlieſsen die Augenliederspalte mehr oder weniger, jedoch ohne zu verwachsen. Die vordere Augenkammer bildet sich durch verminderte Wölbung der Linse und vermehrte Wölbung der Hornhaut weiter aus, und da zugleich die Regenbogenhaut wächst, so grenzt sich auch eine hintere Augenkammer ab, jedoch ohne völlig gesondert zu seyn, da kein Pupillenmembran erscheint.

i. Ohr und Nase.

Das innere Ohr verknöchert schon im Anfange dieses Zeitraumes. In der Nase sind die Muscheln lang ausgezogen. Die Schuppen am Eingange der Nase, welche die Familie der Hühner auszeichnen, treten deutlich hervor.

§. 13.

Siebzehnter bis neunzehnter Tag.

Der Dottersack verliert immer mehr Inhalt und faltet sich daher in mehrere durch tiefe Einschnürungen gebildete sackförmige Abschnitte. Oft ist in dieser Zeit nur Eine tiefe Einschnürung, wodurch der Dottersack zweilappig wird. Der Dottersack schien mir gegen das Ende der Entwickelung im Eie immer dunkler als früher, wahrscheinlich von dem fortgehenden Verluste der flüssigen Theile. Der Harn-Niederschlag mehrt sich stark im Chorion, welches sich auf keine Weise mehr entwickeln läſst. Das Eiweiſs schwindet allmählig ganz. Auch nimmt die Flüssigkeit des Amnions ab.

Die Lage des Hühnchens wechselt, doch liegt es stets zusammengekrümmt, so daſs es mit seinem ganzen Körper fast die Form des Eies hat, und immer liegt die Längenachse des zusammengekrümmten Hühnchens in der Längenachse des Eies. Eine Queerlage gestattet der Raum nicht mehr. Gewöhnlich liegt aber das vordere Ende des Hühnchens nach dem Luftraume zu. Schon früher war der Kopf gegen die Brust zurückgebogen. Im vorigen Zeitraume war aber die Krümmung einfach und nach dieser die Spitze des Schnabels nach hinten gekehrt. Jetzt tritt allmählig eine doppelte Krümmung ein, so nämlich, daſs der Hals nach hinten gebogen bleibt, das Kopfende aber wieder nach vorn sich krümmt. Der Kopf liegt gewöhnlich unter dem rechten

Flügel und richtet allmählig die Schnabelspitze nach vorn. Eine Folge dieser Stellung ist, dafs die Spitze des Schnabels nahe an dem Theile der Eihäute liegt, der den Luftraum begrenzt.

Während im vorigen Zeitabschnitte immer mehr Darmmündungen aus dem Nabel hervortraten, erweiterte sich dieser sehr. Zugleich scheint die Bauchhaut an dem Hautnabel herausgewachsen, indem der Leibesnabel sich dem Hautnabel nähert. Es wird nämlich das seröse Blatt der Keimhaut dicker und erhält eine complicirte Organisation. Es scheint diese höhere Entwickelung vom Nabel aus fortzuschreiten und zeigt eine unmittelbare Verlängerung desjenigen Blattes der Bauchhaut, welches an den Bauchwänden anliegt. Diese höhere Organisation breitet sich in der gegenwärtigen Periode sehr aus, und zugleich trennt sich das seröse Blatt vollständig von dem Gefäfs- und Schleimblatte. Da nun in dem jetzigen Zeitraume der vorgefallene Darm in die Bauchhöhle zurücktritt, folgt ihm auch der Dotter, umgeben von dem Gefäfs- und Schleimblatte. Der Dottergang erweitert sich dabei. Am neunzehnten Tage hat der Eintritt des Dotters erst begonnen, weshalb wir später noch einmal darauf zurückkommen werden. Im Allgemeinnen behalten die Federn ihre Bälge während dieser ganzen Zeit, obgleich sie fast die Länge eines Zolles erreichen.

Die rechte Vorkammer scheint jetzt gröfser als die linke. Das eirunde Loch des Herzens und die Einmündung der hintern Hohlvene rücken immer weiter aus einander. Die stark entwickelte Eustachische Klappe trennt jetzt auch die Mündungen der hintern Hohlvene und der rechten vordern Hohlvene ganz entschieden von einander. Sie zieht sich aus bis an die Grenze zwischen der vordern linken und der hintern Hohlvene. Durch sie wird dem Blute der beiden vordern Hohlvenen nur der Eintritt in die rechte Vorkammer gestattet, dagegen leitet diese Klappe das Blut aus der hintern Hohlvene durch das eirunde Loch in die linke Vorkammer, obgleich, da die Klappe nicht die untere Wand der Vorkammer erreicht, so viel Blut über die Klappe überströmen wird, als die rechte Kammer aufser dem unmittelbaren Zuflusse aus beiden vordern Hohlvenen zu fassen vermag.

Die Eustachische Klappe ist die Fortsetzung der rechten Wand der Hohlvene. Aufserdem sieht man gewöhnlich noch eine kleine Klappe als Fortsetzung der linken Wand. Die Klappe des eirunden Loches habe ich überaus

wechselnd gefunden, zuweilen schien sie ganz zu fehlen und, in andern Fällen safs sie am ganzen Umfange des eirunden Loches an, und ragte in Form einer kurzen Röhre in die linke Kammer hinein, so dafs ich nicht im Stande bin, das normale Verhältnifs in diesem Zeitraume anzugeben. Ueberdies habe ich es nicht oft genug im frischen Zustande untersuchen können.

Die communicirenden Kanäle zwischen den vordern Schlagadern und Wurzeln der Aorta schwinden in der Regel. Zuweilen sah ich jedoch einen noch am neunzehnten Tage. Die Lungenschlagadern verzweigen sich stark in die Lungen, und die Uebergänge in die Aorta erscheinen immer mehr als blos communicirende Kanäle. Da nun die linke Wurzel blos aus diesem Kanale besteht, so ist sie sehr viel dünner, als die rechte.

Unter den Lungen ist die Haut, welche die Stelle des Zwerchfelles der Lage nach vertritt, völlig ausgebildet und verhältnifsmäfsig fest.

Die Leber ist gelb. In den Blinddärmen sind die Schleimgruben sehr deutlich.

§. 14.

Zwanzigster und ein und zwanzigster Tag.

In den beiden letzten Tagen beginnt schon das Auskriechen. Wir werfen hier aber nur noch einen Blick auf die Vorbereitungen. — Aus dem Amnion hat sich allmählig fast alle Feuchtigkeit verloren, eben so aus dem Raume zwischen der äufsern und innern Hälfte des Chorions, wo desto mehr Harnniederschlag sich findet. Der Embryo nimmt aufser dem Luftraume fast die ganze Höhlung des Eies ein, denn der Dottersack ist auch in den Leib des Embryo getreten. Mit dem neunzehnten Tage ungefähr beginnt dieses Eintreten, indem der Dottersack nur von seiner nächsten Hülle umgeben dem Darme folgt. Der Nabel ist nicht weit genug, um den Dottersack in seinem ganzen Durchmesser durchzulassen. Es tritt daher zuerst nur der dem immer mehr erweiterten Dottergange nahe gelegene Theil ein, indem er sich zuspitzt. Ist aber nur ein Theil des Dottersackes so durch den Nabel gegangen, so erweitert er sich wiederum in der Bauchhöhle, und der Dottersack besteht nun aus zwei Hälften, einer innern und einer äufsern, welche durch eine ver-

verengte Stelle, die im Nabel liegt, mit einander Gemeinschaft haben. Es zieht sich aber immer mehr von der äufsern Hälfte durch den Nabel, so dafs also die Vorragung im Dottersacke immer weiter fortrückt, bis endlich der ganze Sack in die Bauchhöhle schlüpft. Der in die Bauchhöhle eingetretene Theil behält hier nicht seine sphärische Gestalt, sondern legt sich in alle leeren Räume der Bauchhöhle hinein, und formt sich also nach den Lücken, welche andere Theile hier lassen. Dann aber scheint sich der Ueberzug des Dotters wieder zusammen zu ziehen, und im Augenblicke des Auskriechens, noch mehr aber bald nachher, erhält er eine selbstständige fast kugliche Form, jedoch mit Einschnitten, welche die Gefäfse veranlassen.

Wenn der Dotter ganz in die Bauchhöhle getreten ist, so verengt sich der Nabel rasch und fängt an zu vernarben, wobei die äufsere Hülle des Dottersackes wie ein Bruchsack zurückbleibt und abgeschnürt wird.

Die Form des Leibes wird durch den eingetretenen grofsen Dottersack sehr verändert. Der spitz hervorgedrängte Nabel bildet das hintere Ende des Leibes, indem der After in die Höhe geschoben wird. Der Nabel hat erst in der letzten Zeit seinen vollständigen Character erhalten, indem das, was wir Hautnabel und Leibesnabel genannt haben, zusammenrückt, und verwachsen ist.

Der concurrirende Ast aus der rechten Lungenschlagader in den hintern Arterienstamm und die linke Wurzel desselben aus der linken Lungenschlagader sind sehr eng geworden und bilden zwei Botalli'sche Gänge, von denen der rechte sehr viel kürzer ist, als der linke.

§. 15.

Vom Auskriechen des Hühnchens.

Wenn das Hühnchen die gewöhnliche Lage hat, so nämlich liegt, dafs das Vorderende an den Luftraum stöfst, der Hals zurückgekrümmt ist, der Kopf unter dem rechten Flügel liegt, mit der Schnabelspitze nach vorn gerichtet, so steht diese Spitze ganz nahe an der Gegend des Chorions, welche den Luftraum begrenzt. Ein geringer Versuch, den Kopf aus dieser Lage zu bringen, durchstöfst das Chorion, und die Schnabelspitze dringt in den Luftraum. Das Hühnchen kann nun, ohne übrigens seine Lage zu verändern, etwas Luft

einziehen, und mithin auch einen Ton von sich geben. Ich habe zuweilen schon zwei Tage vor dem Auskriechen, und ohne dafs das Ei irgend einen Rifs hatte, das Küchlein in der Schaale piepen gehört. Dabei bleibt es lange in seiner Lage, wie mich die Beobachtung an mehreren Eiern, die ich öffnete, gelehrt hat. Der Kreislauf in den Nabelgefäfsen geht fort. Hat die Athmung einmal begonnen, so wird sie auch fortgesetzt, wie man an der Bewegung des Brustkastens und des ganzen Küchleins erkennt. Lunge und Luftsäcke können aber in dieser Stellung nicht gehörig ausgedehnt werden.

Da der Kopf des Küchleins auf einer Seite liegt, und schon wegen des hohen Kammes des Brustbeines nicht in der Mitte liegen kann, so ist auch die Stelle, wo das Chorion durchstofsen wird, nicht in der Mitte des Luftraumes, sondern dem Rande, also auch der Eischaale, näher. Verstärkte Bewegungen bringen also die Schnabelspitze an die Eischaale. Oft ist das durchgestofsene Loch ganz am Rande des Luftraumes, und schon die erste Bewegung drängt an die Eischaale an. Ist der Andrang stark genug, so bekommt diese Risse. Gewöhnlich wird aber auch zugleich ein Stückchen der Schaale abgesprengt, ohne dafs die Schaalenhaut reifst. Oft mag die Schnabelspitze, wenn sie nicht sogleich den Luftraum erreichte, sondern aufserhalb seines Randes zuerst die Eischaale zersprengte, erst später in den Luftraum dringen und dem Küchlein den hier befindlichen Luftvorrath zuführen; denn auffallend ist es, dafs zuweilen fast vier und zwanzig Stunden nach dem Absprengen des ersten Stückchens der Schaale verfliefsen, ehe das Loch merklich vergröfsert wird. Liegt aber der Kopf nach dem spitzen Ende des Eies hin, so wird die Oeffnung rascher erweitert, und die Schaalenhaut durchgestofsen. Bei dieser Lage des Küchleins hörte ich es niemals vorher piepen.

Hat das Hühnchen die Oeffnung des Eies so erweitert, dafs es nicht nur freien Zutritt von Luft hat, sondern auch den Hals etwas ausstrecken kann, so bleibt es eine Zeitlang in dieser Stellung, wobei es frei und stark athmet. Bis zu diesem freien Athmen schienen mir die Gefäfse des Chorions stark mit Blut angefüllt, und die ganze Haut schien keinesweges abgestorben. So wie aber ein ungehindertes Athmen eintritt, verliert das Chorion sein Blut und es stirbt ab. Es löst sich dann vom Nabel und das Küchlein verläfst das Ei.

§. 16.

Allgemeiner Character der dritten Periode.

Die Vorgänge der dritten Periode zeigen uns die Herrschaft, welche der Embryo über die übrigen Eitheile gewinnt. Wenn zuerst der Embryo nur ein Theil der Keimhaut war, so wird jetzt die Keimhaut ein Theil des Embryo. Während er in der zweiten Periode sich von den übrigen Eitheilen abschnürte, und sich einhüllte, nimmt er sie jetzt allmählig in sich auf. Der Dotter mit der ganzen Keimhaut tritt unmittelbar in den Leib des Embryo ein. Mittelbar geht das Eiweifs denselben Weg. Auch die Flüssigkeit des Amnions verliert sich. Nur die Theile, welche der Embryo aus sich heraus getrieben hat, der Harnsack und die Haut, welche eine Verlängerung des Bauchfelles zu seyn scheint, nimmt er nie wieder auf. Die Herrschaft, welche der Embryo allmählig über die übrigen Eitheile gewinnt, ist offenbar eine höhere Form des Selbstständigwerdens, wovon das Leben aufserhalb des Eies endlich die höchste ist, in welcher das Thier nicht mehr die Theile des Eies, sondern die Aufsenwelt zu seiner Selbstbildung verwendet.

Wir haben beim Schlusse der zweiten Periode bemerkt, dafs während derselben der Character des Wirbelthieres vollständig wird, indem der animalische Theil nach dem gedoppelten Typus der gegliederten Thierreihe und der plastische nach dem Typus der Mollusken sich formt, und dafs bald der Embryo durch Entwickelung des Harnsackes in die Reihe derjenigen Wirbelthiere tritt, welche sich nicht im Wasser entwickeln.

Erst im Verlaufe der dritten Periode wird das Hühnchen zum Vogel durch die eigenthümliche Ausbildung der Athem-Organe, und äufserlich wird diese Thierklasse kenntlich, indem sich die Schnabelbildung kund giebt, und die vordere Extremität die Form des Flügels annimmt. Bald entwickeln sich auch die Federbälge. Es ist aber zuvörderst ein Vogel überhaupt, nicht ein Vogel aus der Familie der Hühner. Erst allmählig offenbart es sich, dafs aus dem Embryo ein Landvogel sich entwickelt, indem die Schwimmhaut unkenntlich wird, und darauf reiht er sich in die Familie der Hühner ein, wenn der Kopf sich bildet, der Vormagen sich vom Muskelmagen scheidet, die stumpfen Nägel auf den Füfsen, und die Schuppe über der Nasenöffnung sich zeigen. Zuletzt tritt der Character der

Gattung auf durch den Kamm auf der Stirne, die eigenthümliche Schnabelbildung u. s. w. Endlich bildet sich die Individualität aus, und wird erst mit der Höhe des Lebens aufserhalb des Eies vollendet; denn offenbar sind die eben ausgekrochenen Küchlein einander viel ähnlicher, als die ausgebildeten Hühner.

II.

Scholien

und

Corollarien

zu der

Entwickelungsgeschichte des Hühnchens

im Eie.

Scholion I.

Ueber die Sicherheit in der Beobachtung der Embryonen.

Die erste Frage, die uns entgegentritt, wenn wir aus Beobachtungen über die Entwickelung irgend einer Thierform eine Einsicht in das Wesen dieses Vorganges gewinnen wollen, ist wohl die: Bis zu welchem Grade der Sicherheit geht überhaupt die Beobachtung an Embryonen? Die Schärfe des Auges und der Werkzeuge findet ja bei jeder Untersuchung eine Grenze, so also auch bei Betrachtung des Embryo. Wenn nun das Microscop vor der Befruchtung und gleich nach derselben keinen Embryo gewahr wird, wie können wir die Ueberzeugung gewinnen, dafs keiner da ist? Dieser Einwurf, früher häufig selbst von Beobachtern microscopischer Gegenstände geltend gemacht, wird jetzt vorzüglich von Laien gehört, ist aber bei ihnen um so häufiger und nachdrücklicher. In der That ist es schwer, eine Zuversicht zu jenen negativen Angaben zu gewinnen, wenn man weifs, dafs die Naturforscher von vielen Gegenständen, die das unbewaffnete Auge sehr wohl erkennt, den Bau mit Sicherheit und Vollständigkeit anzugeben nicht im Stande sind. Eine Milbe sieht jedermann, und doch ist es selten möglich, mit Genauigkeit ihre Frefswerkzeuge zu bestimmen, und noch viel weniger ihren innern Bau zu erforschen. Sie besitzt ohne Zweifel ein Nervensystem; es dürfte aber keinem Naturforscher gelingen, dasselbe darzustellen. So deutliche Beweise von der Beschränktheit unserer Mittel für die Untersuchung dürfen wohl dem Zweifel Raum geben: „Ob nicht der ganze Embryo mit allen seinen Theilen da seyn kann, aber so fein gebaut, dafs Messer und Microscop ihn nicht erreichen?"

a. Zweifel.

Es scheint mir daher nicht überflüssig, diese Frage etwas näher ins Auge zu fassen, und ich hoffe, dafs die Beleuchtung derselben zuvörderst bestimmen wird, was der Beobachtung entgehen kann und was ihr nicht entgeht, dann aber auch zur Einsicht in die Beschaffenheit des Embryo beitragen wird.

b. Der Embryo ist nicht fein gebaut,

Man fürchtet also, die Kleinheit des Embryo und die Feinheit seines Baues werde ihn ganz — oder einzelne seiner Theile dem Auge unkenntlich machen. — Ich glaube dagegen behaupten zu dürfen, dafs der Embryo, je jünger er ist, um so weniger *fein* *) gebaut ist. — Wenn wir an einem erwachsenen Huhne irgend einen Theil in seinem Gewebe untersuchen und dann das Gewebe desselben Theiles im Küchlein, so lange es im Eie ist, vergleichen, so finden wir immer, dafs das Gewebe im erwachsenen Thiere feiner, im jüngern gröber ist. — Wählen wir statt der übrigen Theile einen Muskel als Beispiel, weil hier das Verhältnifs sehr augenscheinlich ist! Ein Muskel aus einem erwachsenen Huhne läfst sich unter dem Microscope in Bündel, diese in Fäden theilen, und in den Fäden lassen sich bei gehöriger Sorgfalt wieder sehr feine Fasern unterscheiden, zu deren Betrachtung eine starke Vergröfserung erfordert wird. Je jünger nun das Huhn ist, um desto weniger dünn sind die Elementarfasern der Muskeln. In einem Embryo aber aus der Mitte der Bebrütung sind die Durchmesser der Muskelfasern noch beträchtlicher, obgleich sie schwer genug von einander zu trennen und microscopisch zu unterscheiden sind. Die Schwierigkeit liegt aber nicht in ihrer Dünne, denn diese wird schon von einer scharfen Linse erreicht, sondern in der Weichheit und Unbestimmtheit der Form. Die Muskelfasern sehen in ihrer Entstehung fast wie eine Reihe unförmlicher Klümpchen von ansehnlicher Gröfse aus.

weder im Gewebe,

Was von den Muskeln bemerkt ist, gilt auch von allen übrigen Theilen. Die einzelnen organischen Elemente, aus denen sie bestehen, sie seyen Fasern, Kügelchen oder Blättchen, sind um so feiner ausgearbeitet, je entwickelter das Thier ist. So ist die Faserung des Hirnes und Rückenmarkes, so bald sie kenntlich wird, wie mit grobem Griffel gezeichnet, und es scheinen nur die gröfsern Stränge zu seyn, in denen erst später die untergeordneten Fasern sich bilden sollen. In frühester Zeit ist aber gar keine Faserung im Hirne. Ueberhaupt ist ja in den ersten Tagen des Embryonenlebens noch gar keine Textur kenntlich, wenn man nicht fast durchsichtige, nicht scharf begrenzte Körnchen, die auch in den hellen Theilen sich finden, dafür ansehen will. In andern Theilen sieht man dunklere Körnchen, entweder verbunden oder umgeben von einer durchsichtigen ungeformten Masse. Diese Körnchen, meist wieder aus untergeordneten Körnchen bestehend, sind im Verhältnifs zu den Theilen, die sie zusammensetzen, so grofs, dafs man sagen könnte, der Embryo gleiche in frühester Zeit einem Bilde,

*) Ich vermeide mit Bedacht das Wort *zart*, welches so wohl Dünne als Weichheit in sich schliefst. Zart ist der Embryo gewifs!

Bilde, das aus Pflastersteinen oder Granitblöcken zusammengesetzt ist. Am ersten Tage besteht die Wirbelsaite fast nur aus einer Reihe solcher Kügelchen, die man mit ziemlicher Bestimmtheit zählen kann. Wenn an einer Stelle zwei neben einander liegen, so wird sogleich dadurch dieser Theil unförmlich.

Das vom Gewebe Gesagte findet auch seine Anwendung auf die äufsere Form. Alle Theile sind um so roher und ungeformter, je jünger sie sind. Die Extremitäten geben das am meisten in die Augen springende Beispiel; es gilt aber für alle Theile. Im Hühner-Embryo von zwei mal 24 Stunden kenne ich nur einen einzigen Theil, der dünner als ein Haar ist, die Wirbelsaite nämlich. Ein Haar ist aber schon dem blofsen Auge erkennbar und kann leicht unter dem Microscope bis zur Stärke einer Stange vergröfsert werden.

noch in der äufsern Form der Theile.

Da die Wirbelsaite der dünnste Theil ist, den man findet, so hat es keine Wahrscheinlichkeit, dafs im Embryo Theile vorkommen, die ihrer Dünne wegen dem Microscope gar nicht erreichbar wären. Der Embryo hat überhaupt, je jünger er ist, um so weniger kleine Theile. Alle Theile sind im Augenblicke ihres Werdens im Verhältnifs zum Umfange des Embryo grofs zu nennen, wenigstens sind sie nie dünn und fein. Die Weite des Darmes nimmt im Anfange mehr als $\frac{1}{4}$ von der Weite der Bauchhöhle ein. Diejenigen Organe, welche durch Hervorstülpung aus allgemeinen Apparaten sich bilden, müssen zwar auch im Verhältnifs zum Embryo allmählig gröfser werden, was am auffallendsten sich am Harnsacke zeigt, allein sie haben wenigstens eine sehr breite Basis. So z. B. die Extremitäten; so alle Hervorstülpungen aus dem Darme. Die Lebergänge sind im Werden colossal gegen die spätere Zeit; der Harnsack und die Lungen haben beim Hervortreten eine weite Communication mit dem Darme, eben weil sie, je jünger, um so mehr nur Modificationen des Darmes sind. — Noch weniger kann der ganze Embryo des Huhnes sich durch seine Kleinheit verstecken. Wenn er zuerst bemerkt wird, ist er schon über eine Linie lang und man kann daher mit der gröfsten Sicherheit behaupten, dafs im Anfange der Bebrütung der Embryo nicht da ist, denn schon bei mittelmäfsiger Vergröfserung lassen sich im Fruchthofe die einzelnen Kügelchen unterscheiden, von denen der Embryo beim Erscheinen mehrere hundert enthält. Die Gröfse dieser Kügelchen, die hell oder dunkel in allen organischen Theilen sich finden, macht ein Vorgebildetseyn des Embryo in der zweiten und dritten Generation völlig unmöglich.

e. Die Kleinheit entzieht also weder einzelne Theile, noch den ganzen Embryo der Beobachtung.

Dagegen giebt es andere Grenzen, die der Untersuchung Schranken setzen und die eben in dem Mangel an bestimmter Form und Ausbildung liegen. Die ursprüngliche Gleichmäfsigkeit aller Theile macht, dafs wir diese erst erkennen,

d. Hindernisse für die Untersuchung geben

aber die Unbestimmtheit der Formen und die geringe Consistenz.

wenn die Differenz bis auf einen gewissen Grad gestiegen ist. Das gilt besonders von der Trennung der ersten Anlage in über einander liegende Blätter und der einzelnen Organe in constituirende Elemente. So sind gewifs die Nervenfäden sehr viel früher da, als wir sie unterscheiden, nicht wegen ihrer Dünne, aber wohl wegen ihrer Zartheit, Durchsichtigkeit und Uebereinstimmung mit der umgebenden Masse für uns unkenntlich. Angenommen, die Nerven wären schon gesondert, aber $\frac{1}{300}$ Linie im Durchmesser, weich und durchsichtig: durch welche Mittel wollten wir sie von der umgebenden Masse der Bauchplatten unterscheiden? Wären sie dunkel, so würde ein solcher Durchmesser schon von einer scharfen Linse erreicht werden; wären sie starr, so würden sie zwar, wenn sie zugleich hell wären, auch nicht ohne Zerreifsung des Leibes sichtbar seyn, diese aber würde sie blofslegen und deutlich zeigen, wie die Fasern eines zerrissenen Papiers. Glücklicher Weise läfst aber das grobe Gefüge, das der früheste Embryo in allen leicht zu unterscheidenden Theilen offenbart, mit Sicherheit schliefsen, dafs die Nerven schon bei der ersten Sonderung eine viel ansehnlichere Dicke haben, immer aber bleibt es gewifs, dafs sie in ihrem Entstehen nicht zu beobachten sind. Ueberhaupt können wir alle Ausbildung im Innern eines Theiles erst gewahr werden, wenn sie schon eine Zeitlang fortgeschritten ist. Dagegen läfst sich jede Veränderung des äufsern Umrisses sowohl am ganzen Embryo, als an seinen einzelnen Theilen sogleich erkennen, weil die Kleinheit an sich kein Hindernifs wird.

c. Was hieraus für die Methode der Untersuchung folgt.

Aus diesen Gründen ist für die Untersuchung der Embryonen, wenigstens der Embryonen höherer Thiere, fast nie eine sehr starke Vergröfserung erforderlich. Eine solche verwischt die geringen Unterschiede in der Textur und verdünnt die Schatten, an denen man oft ganz allein die Lagerung, so wie die Gestaltung innerer Theile erkennt, zu sehr. Ein gröfseres Bedürfnifs als die starke Vergröfserung ist es, die verschiedenen Schatten, die sich oft decken, mit Bestimmtheit zu unterscheiden und den Embryo nach allen Seiten wenden und ihn unter schwacher Vergröfserung zergliedern zu können. Meine Untersuchungen haben mich viel rascher weiter geführt, nachdem ich angefangen hatte unter einer Linse von etwa 5 Linien Brennweite zu beobachten, unter welcher ich mit beiden Händen an dem in einem mit Wasser gefüllten Uhrglase liegenden Embryo arbeiten konnte. Ich habe mich hierzu eines von Adams in London verfertigten Taschenmicroscopes bedient, welches nicht nur als einfaches Microscop mit 1 bis 3 Linsen, sondern auch nach Bedürfnifs als zusammengesetztes gebraucht werden kann. Nicht oft habe ich eine oder zwei Linsen zu der ersten hinzugefügt, seltener den Tubus des zusammengesetzten Microscopes angewendet und nur sehr selten zu einem stärkern Microscope meine Zuflucht genommen, und auch dann meist ohne den gehofften Erfolg.

Scholion II.

Die Ausbildung des Individuums im Verhältnifs zu seiner Umgebung.

a. Die Wesenheit des Thiers beherrscht die Ausbildung.

Die obigen Bemerkungen über die rohen Formen und das grobe Gefüge des Embryonenleibes können für die Erkenntnifs des Wesens der Entwickelung benutzt werden. Wenn es nämlich auch an sich klar ist, dafs, obgleich jeder Fortschritt in der Entwickelung nur möglich gemacht wird durch den vorhergehenden Zustand, dennoch die ganze Entwickelung von der gesammten Wesenheit des Thiers, welches werden soll, beherrscht und geleitet wird, und nicht der jedesmalige Zustand das allein und absolut Bedingende für die Zukunft wird, so ist es doch nicht ohne Interesse, dieses Verhältnifs aus der Beobachtung erweisen zu können. Ich glaube aber, dafs sich ein solcher Beweis führen läfst.

Wenn wir eine Anzahl ausgewachsener Hühner ganz genau mit ihrer äufsern und innern Gestaltung auf eine Tafel zeichnen wollten, so würden wir zwar einige Unterschiede erkennen, aber doch nur unwesentliche, die auf die Lebensverhältnisse wenig Einflufs ausüben können, wie etwa längere und kürzere Hälse, stärkere und schwächere Füfse und dergleichen mehr. Je jünger die Embryonen aber sind, um desto mehr Unterschiede und im Verhältnifs zur geringen Ausbildung um desto bedeutender scheinende, würden wir gewahr werden. Das wird für die erste Bildung sehr auffallend, und alle Beobachter machen diese Bemerkung. Würden Embryonen von der Bildungsstufe, wo der Rücken sich schliefst, eben so, aber bis zu dem Maafse der Erwachsenen vergröfsert, auf eine Tafel neben einander gezeichnet, so würde man, ganz abgesehen von dem raschern oder langsamern Fortschreiten der gesammten Entwickelung, die gröfsten Unterschiede erkennen, und glauben, diese Embryonen könnten nicht zu derselben Form sich ausbilden. Bald ist das Verhältnifs des Kopfes zum Rumpfe in einem Individuum viel gröfser als im andern; bald sind die Embryonen mit Ausnahme der Wirbelsaite und der Anlage der Wirbel durchsichtig wie Glas, bald sind sie viel dunkler. Einige sind stärker gekrümmt oder mehr aus der Keimhaut erhoben, als andere. In einigen wird man die Wirbelsaite nicht bis zum Ende des Leibes reichen sehen, in andern werden die Bauchplatten schon im ganzen Umfange kenntlich seyn. Noch gröfser sind die Verschiedenheiten, wenn wir weiter zurück-

gehen *), und ich habe schon in der Erzählung der Entwickelungsgeschichte des Hühnchens (§. 1. *i.*) darauf aufmerksam gemacht, wie verschieden der Primitivstreifen sich gestaltet. Da die Bildung noch auf einer so niedrigen Stufe der Entwickelung steht, dafs man nicht viel mehr als Erhebungen und Kügelchen sieht, so erscheinen eben deshalb die Unterschiede um so gröfser, und man kann kaum begreifen, wie diese Verschiedenheiten zu demselben Resultate führen und wie nicht neben vollkommnen Hühnern zahllose Krüppel entstehen. Da aber die Zahl der Krüppel unter den ältern Embryonen und erwachsenen Hühnern nur sehr gering ist, so mufs man zurück schliefsen, dafs die Verschiedenheiten ausgeglichen werden, und jede Abweichung, so viel möglich, zur Norm zurückgeführt wird. Daraus ist aber ersichtlich, dafs nicht der jedesmalige Zustand ganz allein und nach allen seinen Einzelheiten den zukünftigen bestimmt, sondern allgemeinere und höhere Verhältnisse ihn beherrschen. So kann, glaube ich, die Naturforschung, der man so gern den Vorwurf macht, dafs sie materialistische Ansichten begünstige und nähre, aus der Beobachtung selbst die streng materialistische Lehre widerlegen und den Beweis führen, dafs nicht die Materie, wie sie grade angeordnet ist, sondern die *Wesenheit* (die Idee nach der neuen Schule) *der zeugenden Thierform die Entwickelung der Frucht beherrscht.*

b. Wachsende Selbstständigkeit des Embryo ist das wesentlichste Resultat.

Deswegen ist auch das wesentlichste Resultat der Entwickelung, wenn wir sie im Ganzen übersehen, die *zunehmende Selbstständigkeit* des werdenden Thiers. Wir haben schon in der Entwickelungsgeschichte des Hühnchens die verschiedenen Stufen derselben mit besondern Namen belegt, und es wird hinlänglich seyn, sie hier nach einander zu überblicken, um den Fortgang anschaulicher zu machen.

Der Embryo ist anfangs nur eine *Wucherung* des Keimes, also ein Theil desselben, ja, so gar ein Theil ohne bestimmte Grenze. Später erst finden wir eine *Abgrenzung* vom übrigen Keime, oder der Keimhaut, aber er steht zu dieser noch in einem sehr untergeordneten Verhältnisse, von ihr sein Blut zur Ernährung erhaltend. Beide bilden ein zusammengehöriges Ganze. Kaum hat jedoch der Embryo seine Grenze gefunden, so fängt er an sich noch mehr zu scheiden. Einen Theil des Keimes wandelt er in einen Leib um (Rücken-, Bauch-, Gekrös- und Darmplatten), durch *Abschnürung* vom übrigen Keime. Mit einem

*) Ich habe in der Abhandlung über die Entwickelungsgeschichte des Hühnchens (§. 1. *l.*) berichtet, dafs ich zuweilen die Rückenplatten ohne die Wirbelsaite gesehen habe. Jetzt habe ich dagegen in einem Primitivstreifen noch ohne Spur von Rückenplatten eine vollständige Wirbelsaite beobachtet.

andern Theile umhüllt er sich (Amnion). Was früher Theil war, will ein Selbstständiges werden, bedarf aber noch der Keimhaut und hört nicht auf, mit ihr ein Ganzes zu bilden. Endlich wird seine Herrschaft über die Keimhaut entschieden und er nimmt sie mit dem ganzen Dotter als Theil in sich auf. Keimhaut und Embryo sind also vom Anfange an ein Ganzes, welches sich im Vogel nie trennt, mit Ausnahme eines Theiles vom serösen Blatte. Nur die übrigen Eitheile werden beim Auskriechen als unnütz verlassen. Da der Embryo sie nicht in sich aufnehmen kann, so *sondert* er sich von ihnen und zeigt hierin den letzten Grad seiner wachsenden Selbstständigkeit. Jetzt steht er nur noch im Verkehr mit der gesammten Natur, welche früher nur *durch das Ei* auf ihn wirkte.

Wo der Embryo vom Anfange an sehr groſs ist, ist der Dottersack so früh ein Theil von ihm, daſs er zur Ausbildung seiner Selbstständigkeit keiner vorhergehenden Abschnürung bedarf. So im Frosche. Ein geringer Grad von Abschnürung, auf welche bald eine Beherrschung folgt, scheint in den Knochenfischen. Anders ist es im Säugthier-Embryo. In diesem, der die Anlage zur höchsten Ausbildung in sich trägt, geht die Abschnürung und die Einhüllung rascher vor sich, als im Hühnchen. Sie geht auch weiter. Hier ist es nicht bloſs das obere Blatt der Keimhaut, welches das Amnion bildet, sondern auch die untere Lage, die im Huhne, bei der Bildung der Kopfkappe, man möchte sagen, nur die Miene macht, den Kopf zu umhüllen, und bald niedersinkt. In Eiern von Hunden sah ich eine Falte der Keimhaut, mit allen Blättern wie eine Kaputze bis an die Mitte des Rückens über den Kopf gezogen, so daſs die vordere Hälfte des Embryo wirklich in dem Darmsacke lag, obgleich nicht frei. Eben so wie die Einhüllung, geht auch die Abschnürung weiter und ist rascher. Sie zieht sich zu einem Strange aus (Nabelschnur), als ob der Embryo die Keimhaut flöhe. Merkwürdig ist es gewiſs, daſs die Nabelschnur des Menschen so viel länger ist, als in irgend einem andern Säugethiere, und da für die ansehnlichere Länge kaum ein Zweck sich nachweisen läſst, so finden wir hierin um so mehr einen Beweis, daſs die Länge derselben nur der Ausdruck eines höhern Verhältnisses seyn muſs, der früher aufblühenden Selbstständigkeit des Embryo nämlich. Die lange fortgehende Abschnürung der Säugethiere ist aber auch der Grund, daſs, wenn der Embryo den gehörigen Grad von Selbstständigkeit erhalten hat, er den weit von ihm getrennten Dottersack nicht mehr in sich aufnehmen kann.

c. Der Anfang der Selbstständigkeit wird durch die Befruchtung gesetzt.

Das Beispiel der Säugethiere, in welchen der Darmsack nicht in den Leib eingeht, darf uns wohl nicht abhalten, Embryo und Keimhaut als ein Ganzes zu betrachten, und den Keim selbst für das unausgebildete Thier anzusehen. Dazu kommt noch, daſs der Keim von dem Augenblicke an, wo die Entwickelung be-

ginnt, mit seinem Rande eng an der Dotterhaut anliegt, so dafs man diese als eine Oberhaut des Keimes und also auch des Embryo betrachten kann, wodurch schon jetzt angedeutet wird, wie die Dottermasse vom werdenden Thiere umschlossen wird. Da ferner der Keim sich aus der Keimschicht, diese wieder aus dem Dotter sondert, so ist selbst die Dotterkugel vor der Befruchtung nichts als die niedrigste Form des Thiers, aber eine so niedrige Form, dafs das Thier noch gar keine Selbstständigkeit hat, sondern nur Theil des mütterlichen Körpers ist. *Die Zeugung der höhern, in Geschlechter getrennten Thiere, scheint in der That aus zwei Momenten zu bestehen. Zuerst wird die Möglichkeit eines neuen Thiers durch unmittelbares Wachsthum des mütterlichen Körpers gegeben. Es bleibt aber nur Theil. Durch die Befruchtung wird aus dem Theile ein Ganzes,* ähnlich in seinem Wesen den zeugenden Aeltern, zu deren Organisation es sich unter den erforderlichen Verhältnissen herauf bildet. In den niedern Thieren, wo kein Gegensatz von Geschlechtern ist und jedes Individuum also die Idee dieser Thierform ganz enthält, bedarf es nur der Reife, um zu zeugen. Zeugen ist hier unmittelbare Verlängerung des Wachsthums über die Grenzen des Individuums hinaus und Fortpflanzung nichts als ein Fortwachsen über sich selbst. In solchen Thieren hingegen, welche entweder doppeltes Geschlecht besitzen, oder getrennten Geschlechtes sind, erzeugt das Wachsthum in dem einen Geschlechtsapparate die Anlage zu dem neuen Keime als einen Theil von sich, und die Einwirkung des entgegengesetzten Geschlechtes hebt die Herrschaft des ersteren auf.

* * *

Corollarium über die Paarung.

Man mufs, wie es scheint, in der Paarung oder der gegenseitigen Einwirkung beider Geschlechter wieder einen doppelten Act, die Begattung und die Befruchtung, so wie eine doppelte Wirkung unterscheiden; die erste besteht darin, die Frucht der Herrschaft des weiblichen Eierstockes zu entziehen, die zweite darin, ihr ein individuelles Leben zu geben. Für die erstere scheint das männliche Geschlecht nur in so fern thätig, als es den weiblichen Geschlechtsapparat zu einer höhern aussondernden Thätigkeit aufregt. Dem aufbewahrenden weiblichen Character wird die männliche, aussondernde Richtung mitgetheilt. Eben deshalb kann das Aussondern des Eies zuweilen auch ohne Paarung erfolgen, indem die Einwirkung des Männchens durch andere Verhältnisse ersetzt wird. Dieses geschieht jedoch um so seltener, je höher das Leben der Thierform entwickelt ist. Die Graaf'schen Bläschen der Säugethiere scheinen nicht ohne Be-

gattung oder ihr analoge Reizung des weiblichen Geschlechtsapparates sich zu öffnen. Häufiger kommt dieses schon in Vögeln vor, und es ist sogar Regel bei dem productivsten derselben, dem Haushuhne; jedoch erfolgt auch hier der Austritt des Eies erst wenn der Eierstock überfüllt ist. In den Fröschen gehen zwar die Eier stets vor der Befruchtung ab, allein ich habe mehrmals beobachtet, daſs die Eier viele Wochen, ja zuweilen vielleicht ganz zurückgehalten werden, wenn man die Weibchen allein hält. Das Abgehen der Eier scheint also durch das Umfassen des Männchens, wo nicht allein bedingt, doch gar sehr beschleunigt zu werden, und dieses Umfassen ist in der That eine Begattung *). Nachtschmetterlinge legen nicht selten gleich nach dem Auskriechen aus der Puppenhülle Eier, vorzüglich aber, wenn man sie aufspieſst, oder wenn sie in ganz engen Behältnissen gehalten, oder sonst belästigt werden. Aus Allem geht hervor, daſs das Heraustreiben des Eies allerdings durch den weiblichen Geschlechtsapparat bewirkt wird, daſs dieses aber in der Regel durch die Einwirkung des männlichen Geschlechtes dazu aufgeregt wird, daſs aber auch wohl andere Aufregungen den Einfluſs des männlichen Geschlechtes ersetzen können.

Was die zweite Wirkung der Paarung anlangt, oder die Begründung eines selbstständigen Lebens, so scheint hierzu die Einwirkung des männlichen Geschlechtes und zwar durch seinen Zeugungsstoff viel nothwendiger, als zur Lösung des Eies, und im Allgemeinen um so nothwendiger, je höher das Leben entwickelt ist und vielleicht je mehr die Differenz der Geschlechter ausgebildet ist. Wenigstens kennt man in den Wirbelthieren keine sichere Beobachtung der Entwickelung von Jungen ohne Befruchtung. Die Erfahrungen, die man von Salamandern anführt, sind nicht beweisend. Blumenbach sah einen Salamander nach fünfmonatlicher Einsamkeit Junge zur Welt bringen, (*Kleine Schriften* S. 136). Da er aber die Jahreszeit nicht angiebt, so darf man hieraus nicht auf eine Zeugung ohne vorhergegangene Befruchtung schlieſsen, was Blumenbach auch nicht thut. Wurfbain (*Salamandrologia* p. 83) machte eine ähnliche Beobachtung, da aber die Jungen nach fünfmonatlicher Einsperrung der Mutter im März reif zur

---

*) Für die Fisch-Weibchen mag die Nähe des Männchens auch ohne Berührung doch nicht ohne Einfluſs seyn, und es wäre nicht überflüssig, genaue Beobachtungen anzustellen, ob einzeln gehaltene Weibchen, immer und eben so früh laichen, als andere. Ich vermuthe diesen Einfluſs, weil ich erfahren habe, daſs Froschweibchen, die in einem groſsen Blechkasten mit vielen andern Fröschen gehalten wurden, laichten, obgleich ich nicht bemerken konnte, daſs sie von Männchen umfaſst waren, denn jeden Abend nahm ich die gepaarten Frösche heraus und doch fand ich zuweilen am Morgen Laich, der sich nicht entwickelte. Einer solchen Einwirkung des Geschlechtes aus der Entfernung fehlt es auch nicht an Analogie, wenn wir uns erinnern, welchen Einfluſs die Nähe der Bienenkönigin auf das Leben des ganzen Stockes ausübt.

Welt kamen, so stammten sie offenbar vom vorigen Jahre. Dagegen sollen die Eier von eben ausgekrochenen Schmetterlingen zuweilen Embryonen entwickeln, und für diese Erfahrung spricht die Autorität eines Pallas. An Blattläusen hat man Zeugung ohne Befruchtung vielfach beobachtet. Hierin schon liegt ein vollständiger Beweis, dafs bei der Befruchtung das männliche Geschlecht nicht allein wirkt und das weibliche Geschlecht ganz leidend sich verhält. Vielmehr scheint die Frucht aus einem weiblichen Geschlechtsapparate weiblicher Natur, welche durch das Keimbläschen repräsentirt wird, und es bedarf der Einwirkung des männlichen Zeugungsstoffes derselben Thierart, um die Idee des Thiers vollständig zu machen und ihm die Möglichkeit der Entwickelung zu geben. Wie nun die Einwirkung des männlichen Geschlechtes ersetzt werde, um jene Eier der Schmetterlinge oder die Früchte der Blattläuse zur Entwickelung zu bringen, ist um so mehr unbegreiflich, als der Zeugungsstoff einer merklich verschiedenen Thierart nicht einmal befruchtend wirkt. Vielleicht darf man annehmen, dafs diese Eier ursprünglich nicht weiblicher Natur, sondern weiblich-männlich waren, bei den Blattläusen als normale Folge vom Einflufs der Jahreszeit, bei jenen Schmetterlingen als besondere Abweichung, zu welcher die Insecten schon dadurch eine Neigung offenbaren, dafs das Keimbläschen in ihnen ungemein früh schwindet. — Indessen bleiben neue Bestätigungen vom Auskriechen der Eier unbefruchteter Phalaenen sehr zu wünschen.

Scho-

Scholion III.

Innere Ausbildung des Individuums.

Nachdem wir im vorigen Scholion die wachsende Selbstständigkeit des Embryo als einer lebendigen Selbstheit und die Veränderungen in seinem Verhältnisse zu den nächsten Umgebungen ins Auge gefafst und erkannt haben, wie er aus einem Theile zum Ganzen heranwächst, wollen wir jetzt einen Blick auf den Weg werfen, den seine innere Ausbildung nimmt. Wir werden hier eine Wiederholung desselben Vorganges finden. Es ist nämlich, wenn man den Fortgang der Ausbildung betrachtet, vor allen Dingen in die Augen springend, dafs aus einem Homogenen, Gemeinsamen allmählig das Heterogene und Specielle sich hervorbildet. Dieses Gesetz der Ausbildung ist wohl nie verkannt worden, und ist so vorwaltend in allen einzelnen Momenten der Metamorphose, dafs es gar nicht möglich ist, über die Ausbildung genau zu berichten, ohne immer im Sinne derselben sich auszudrücken. Sie ist daher auch in unsrer Darstellung überall so vorleuchtend, dafs es überflüssig scheint, sie hier erweisen zu wollen. Ueber die *Weise* des Vorganges werden aber einige Betrachtungen nicht überflüssig seyn und im Folgenden ihre Anwendung finden. Es lassen sich drei Formen der Differenzirung unterscheiden.

a. Aus dem Allgemeinern tritt das Besondere hervor in dreifacher Form.

Durch Sonderung wird zuvörderst der Keim in heterogene Lagen getheilt, die bei fortgehender Entwickelung immer mehr Eigenthümlichkeit gewinnen, aber schon im ersten Auftreten eine Anlage zu dem Gefüge verrathen, das sie später auszeichnen soll. So ist im Keime des Vogels, sobald er im Anfange der Bebrütung in sich Zusammenhang gewinnt, eine mehr glatte continuirliche obere Fläche und eine mehr körnige untere Fläche zu unterscheiden. Es sondert sich dann die Keimhaut in zwei getrennte Lagen, von denen die untere in den plastischen Leibestheil des Embryo, die obere in den animalen übergeht, und von denen die untere wieder deutlich zwei eng verbundene Blätter hat, das Schleimblatt und das Gefäfsblatt, die obere, wenigstens im Embryo, auch in zwei Lagen sich theilt, in die Haut nämlich und die Theile, die ich die *eigentlichen* Bauch- und Rückenplatten genannt habe, und welche das Knochen-, Faserhaut- und das Muskel-

b. Primäre Sonderung.

system mit den dazu gehörigen Nerven in der Indifferenz enthalten. Um einen Namen für die folgenden Betrachtungen zu gewinnen, nenne ich diese Schicht die *Fleischschicht.*

Die Spaltung im animalischen Theile wird zwar innerhalb der Keimhaut nie vollständig erreicht, doch scheint die Anlage dazu nicht ganz zu fehlen (vergl. Anmerkung zu §. 1. der Entwickelungsgeschichte). Dafs auch das Rückenmark im Wesentlichen eine solche abgelöste Schicht ist, läfst sich am Huhne zwar nicht so augenscheinlich nachweisen, als die Abblätterung der andern Schichten, allein das äufserst feste Anliegen der ersten erkennbaren Anlage des Rückenmarkes an die innere Fläche der Rückenplatten giebt dieser Entstehungsweise einen sehr grofsen Grad von Wahrscheinlichkeit. Hierzu kommt noch, dafs in Fröschen das Rückenmark im ersten Entstehen sehr dunkel, fast schwarz ist. Es scheint hier also deutlicher eine Abblätterung von der schwarzen Keimhaut. Jedoch glaube ich, dafs das Wasser im Rückenkanale nicht ohne Einflufs auf diese Bildung ist. Es nimmt innerhalb des genannten Kanals sehr rasch ab, nachdem die erste Anlage des Rückenmarkes aufgetreten ist, und so wie das Rückenmark gesondert da steht, ist seine innere Fläche überaus weich, wie von Wasser durchzogen, und nimmt rasch an Dicke zu. Im Frosche zeigt sich auch die innere Fläche des Rückenmarkes schnell heller gefärbt. Es hat also den Anschein, als ob das Wasser in die Organisation des Rückenmarkes und des Hirnes einginge. Das würde aber nicht hindern, das Rückenmark im Wesentlichen für eine Abblätterung der Rückenplatten zu halten, und jene Infiltration mit dem Wasser des Rückenkanales wäre dem Aufschwellen der Gefäfsschicht zu vergleichen, die wir bemerkt haben (vergl. §. 5. der Entwickelungsgeschichte). Das Abblättern des Rückenmarkes hat nur das Eigenthümliche, dafs es erst erfolgt, nachdem der Rücken geschlossen ist.

Die Differenzirung des Keimes in Schichten giebt also die Haut der innern nicht verschlossenen Höhlen oder die *Schleimhaut*, ferner die *Schicht für die Stämme des Gefäfssystems*, die Fleischschicht, die *Hautschicht* und für die Wirbelthiere die *Nervenschicht* oder die Schicht für die Centraltheile des Nervensystems. Die beiden letztern haben in Bezug auf den Keim dieselbe Ursprungsstätte, nämlich die obere Fläche des Keimes. Da nun der Embryo der Wirbelthiere sich durch doppeltes Zusammenrollen bildet, was wir im nächsten Scholion ausführlicher betrachten wollen, so werden aus diesen Schichten Röhren. — So viel von der Sonderung in Schichten, die wir die *primäre Sonderung* nennen wollen.

r. Histologische Sonderung.

Aufser der Differenzirung in Blätter erfolgt später eine andere im Innern der Blätter, indem sich Knorpel-, Muskel- und Nervenmasse scheiden, ein Theil der Masse aber flüssig wird und in die Bahn des Blutes übergeht. Bei dieser in-

nern Differenzirung nehmen also einzelne Elementartheile die Natur der Schichten an, indem sie zu Nervenmasse und Blut sich bilden. So werden denn zwei von den in Röhren umgewandelten Blättern allgemeine Systeme, indem die Differenzirung, welche sie abschied, sich in den andern Blättern wiederholt, und die ursprünglichen Röhren sind nur die Centraltheile dieser Systeme. Andere durch innere Differenzirung entstandene Theile, wie die Knochen, bilden sich nur in gewissen Schichten. Ich nenne diese Form der Differenzirung die *histologische Sonderung.*

d. Morphologische Sonderung.

Eine dritte Form der Differenzirung ist vorzüglich eine Differenzirung der äufsern Gestaltung. Einzelne Abschnitte der ursprünglich aus den Schichten gebildeten Röhren entwickeln sich nämlich zu individuellen Formen, welche in späterer Zeit besondere Verrichtungen haben, die zwar in der allgemeinsten Beziehung untergeordnete Glieder der Verrichtung der ganzen Röhre sind, aber doch von den Verrichtungen anderer Abschnitte abweichen. So scheidet sich die Nervenröhre in Sinnesorgane, Hirn und Rückenmark, die Schleimhautröhre in Mundhöhle, Speiseröhre, Magen, Darm, Athmungsapparat, Leber, Harnsack u. s. w. Die Besonderheit in der Entwickelung ist nämlich entweder mit einem vermehrten oder verminderten Wachsthume verbunden.

Nie ist zwar ein vermehrtes Wachsthum im ganzen Umfange einer Röhre gleichmäfsig, es ist aber doch bald mehr ausgebreitet, bald mehr auf eine Stelle beschränkt. Ist es ausgebreitet, so hat der Vorgang mehr den Character einer Abgrenzung eines Abschnittes gegen den andern, so die Scheidung von Hirn und Rückenmark, von Magen und Darm. Zeigt sich aber das vermehrte Wachsthum auf einer beschränkten Stelle des Umfanges einer Röhre, so giebt sie uns mehr das Bild einer Hervorstülpung. So die Entwickelungsweise der Sinnesorgane *) aus der Nervenröhre, des Athmungsapparates, der Leber, des Harnsackes aus der Schleimhautröhre (in Verbindung mit der Gefäfsschicht). Im Grunde ist aber

*) Ich meine hierbei vorzüglich die höhern Sinnesorgane. Vom Auge und Ohr zeigt die Entwickelungsgeschichte diese Bedeutung ganz klar. Was die Nase anlangt, so scheint die Hervorstülpung blofs den Stamm des Riechnerven oder den Riechkolben zu umfassen. Im Grunde ist auch hier das Verhältnifs wohl nur relativ. Das Auge nämlich scheint eine Hervorstülpung der Nervenröhre *durch* die Fleischschicht (die die Knochen mit enthält) bis an die Hautschicht, und die äufsern Theile des Auges sind dadurch hervorgerufene Metamorphosen der Haut. Das Ohr möchte ich eine Hervorstülpung der Nervenröhre bis *in* die Fleischschicht und zwar bis in die Knochenlage derselben nennen. Dieser Hervorstülpung wächst dann eine Einstülpung der Hautschicht entgegen. Die Nase wäre eine Hervorstülpung der Nervenröhre bis *an* die Fleischschicht, denn die eigentlichen Riechnerven, die gewöhnlich sogenannten Aeste, möchten wohl nicht durch Hervorstülpung, sondern durch innere Differenzirung entstanden seyn.

die Entwickelungsweise dieselbe und der Unterschied nur relativ. Solche isolirte Umbildungen der allgemeinen Röhren haben etwas Gemeinsames und man hat schon im Alterthume diese Uebereinstimmung erkannt, indem man sie Organe nannte. Ich nenne diese Differenzirung die *morphologische Sonderung*. Die histologische Sonderung, von der wir so eben sprachen, ist davon verschieden, und tritt in jedem Organe noch besonders auf, weshalb jedes Organ auch Verlängerungen der allgemeinen Systeme, des Nerven- und Gefäfssystemes nämlich, enthält. In vielen erscheinen auch Muskelfasern, nur in wenigen Knorpel (oder Knochen), wie in der Luftröhre und dem Kehlkopfe, aufser der Fleischschicht, wo diese histologischen Elemente vorherrschend sind.

e. Nirgends ist Neubildung, sondern nur Umbildung.

So bildet sich durch eine dreifache Differenzirung die Heterogenität des Körpers aus, und jedes einzelne Organ, so wie jeder gröfsere Inbegriff von Organen zeigt eine zunehmende Selbstständigkeit, wie wir wohl die Besonderheit eines jeden einfachen Organes oder eines Inbegriffes von Organen nennen können. Je weiter wir zurückgehen, um desto mehr finden wir nicht nur die einzelnen Organe, sondern auch die histologischen Elemente mit einander verbunden. Die Beobachtung selbst zeigt mehr als es irgend die Darstellung kann, dafs alles Einzelne früher in einem Allgemeinen mit enthalten war. Es ist in der That leichter sich hiervon zu überzeugen, als den Beweis zu führen, wenn es nicht an sich klar scheint. Nur gegen die roheste Ansicht der *Neubildung* mag Folgendes bemerkt werden:

1) Wenn durch innere Differenzirung ein Theil sich bildet, war nicht vorher eine Lücke da. Wo z. B. sich ein Nerve oder die Grundlage eines Knorpels erzeugt, war nicht vorher eine Lücke, sondern eine gemeinsame Masse, die sich in Nerv und Nichtnerv scheidet. Am deutlichsten für das Auge ist unter den Vorgängen der histologischen Sonderung wohl die Bildung der Knorpel. Ueberall, wo zur Bildung der Anlage eines Knorpels sich dunkle Körnerhäufchen sammeln, sieht man um ihnen herum die Masse ganz hell werden. Dieser Vorgang zeigt die histologische Sonderung augenscheinlich. Ueberhaupt scheint die histologische Sonderung im Vergleich zu der morphologischen, mehr eine plastische zu seyn, Gegensätze hervorrufend.

2) Dafs nirgends ein Neues sich bildet, das mit einem schon früher Gebildeten nicht zusammenhinge, sondern im Gegentheile sich ihm erst anfügte. Nichts also schwimmt frei umher, sich hier oder da anfügend, wie man es sonst wohl vom ganzen Embryo und noch neuerlich vom Rückenmarke sich gedacht und gelehrt hat. Vielmehr ist die morphologische Sonderung eben so wohl Hervorbildung eines Besondern aus einem Allgemeinen, wie die histologische Son-

derung, mit dem Unterschiede nur, daſs die morphologische Sonderung auf einem modificirten Wachsthume beruht, und also *relative* Differenzen giebt, die histologische Sonderung aber, wie eben bemerkt wurde, *antagonistische*. Ein jedes Organ ist also ein modificirter Theil eines allgemeinern Organes, und in dieser Hinsicht kann man sagen, daſs jedes Organ schon in den Fundamentalorganen enthalten ist, und zwar mit seinem ganzen Umfange. Ich glaube mich deutlicher zu machen, wenn ich mich auf ein besonderes Beispiel berufe. Der Athmungsapparat ist ein besonders hervorgewachsener ursprünglich nur sehr kleiner Theil der Schleimhautröhre. Er war also schon in der Schleimhautröhre enthalten, und zwar mit seinem ganzen Inbegriffe; denn wenn man auch zuerst nur die Lungen deutlich als seitliche Ausstülpungen hervortreten sieht, so ist doch zwischen ihnen an der untern Fläche eine Stelle, welche bald eine ganz schwache Erhebung bildet. Diese ist die künftige Luftröhre, und wenn sich die Lungen so weit gelöst haben, daſs ihre Verbindung mit der Schleimhautröhre nur noch eng ist, so verlängert sich unter fortwährendem Hervortreten der Lungen diese Stelle in die Luftröhre. Es fehlt also genau genommen die Luftröhre nie ganz, sondern sie entwickelt sich nur langsamer und später als die Lungen. Dasselbe Verhältniſs scheint mir überall, jedoch in verschiedenem Grade. So ist die Ausbildung der Extremitäten offenbar ein Theilen in besondere Abschnitte, allein das erste Hervortreten der Extremitäten könnte man, nach der bloſsen Ansicht, fast eine hinzutretende Neubildung nennen, so wenig war ihre Entwickelung vorbereitet, wenn nicht die schon gesonderte Hautschicht ununterbrochen von den Rücken- und Bauchplatten aus über die erste Anlage der Extremitäten wegginge.

In der Bildung der einzelnen Organe wiederholt sich also das Verhältniſs, welches zwischen dem Embryo und seiner nächsten Umgebung Statt findet — es besteht in einer fortgehenden Sonderung, mit dem Unterschiede nur, daſs die Organe sich nicht lösen, weil sie nie ein Ganzes werden, sondern Theile bleiben. Daher auch nicht ein Organ das andere in sich aufnimmt und nur wenige Theile durch die andern völlig vernichtet werden.

f. Diese Umbildung ist der Anfang des organischen Wachsthumes.

Ganz entgegengesetzt dieser Darstellung ist die Lehre von Serres. Nach ihm soll der ganze Organismus entstehen durch Zusammenwachsen ursprünglich getrennter Elemente, so daſs auch die einfachsten Theile wenigstens aus zwei Hälften zusammengesetzt würden. Sie beruht nicht auf genauer Beobachtung. Serres führt diese Ansicht so consequent durch, daſs er sogar behauptet, die Vorstellung, die man von dem organischen Wachsen habe, sey eine ganz verkehrte, alle Vergröſserung eines Organes bestehe vielmehr in einer Anlagerung

neuer Theile von aufsen *). Mir ist nichts in lebenden Körpern bekannt, was auf diese Ansicht führte, als etwa die Bildung des mütterlichen Theiles der Placenta. Hier lagert sich wirklich auf die innere Fläche des Fruchthälters ein ausgeschiedener Stoff auf und verwächst, wenigstens in den Thieren, in welchen mütterlicher und kindlicher Theil der Placenta zu Einem Körper sich zu vereinigen bestimmt sind, zuvörderst mit dem Fruchthälter. Es scheint auch bei Wiederkäuern ein ähnliches Verhältnifs, obgleich kindlicher und mütterlicher Theil nie zu einer Einheit werden. Aber es ist wohl zu bemerken, dafs dieser Stoff von demselben Theile ausgeschieden wurde und nicht von aufsen hinzugefügt ist und Blutgefäfse sich in ihn verzweigen. Es ist also hier nur ein überrasches Wachsen, wo der wachsende Theil seine eigene Schranke durchbricht, und die Bildung neuen Stoffes schneller ist, als die histologische Differenzirung in ihm. Dafs die Horntheile nach den Serres'schen Vorstellungen sich vergröfsern, ist bekannt, aber eben deshalb hat man ihnen mit Recht das organische Wachsthum abgesprochen. — Nach Serres beruht also das organische Wachsen in Vereinigung von lauter isolirt und neu entstandenen Einzelheiten. Wir behaupten dagegen, die Entstehung eines Organes ist wie die Entstehung des Embryo nur der Anfang des Wachsthums und das Wachsen eine Fortsetzung der Entstehung, die aber nur scheinbar ist und auf *Umbildung* beruht. Ein absoluter Anfang ist nirgends bemerklich.

g. Allgemeine Richtung der Ausbildung.

Was endlich die Richtung anlangt, nach welcher die Ausbildung fortschreitet, so tritt es eben so klar in jedem Momente der Bildung dem Beobachter entgegen, dafs sie von der Mitte zur Peripherie fortgeht. Aus dem Innern des Eierstockes tritt die ganze Dotterkugel hervor. Aus der Mitte des Dotters tritt das Keimbläschen an die Peripherie; aus der Mitte stammt auch vielleicht die Masse der ganzen Keimschicht. Aus der Mitte der Keimschicht bildet sich der Keim. Die Mitte des Keimes bildet sich zuerst als Fruchthof zur Erzeugung des Embryo vor. Aus der Mitte des Fruchthofes bildet sich der Embryo, erst allmählig einen Theil der Peripherie in seinen Leib umwandelnd. Was vom Embryo zuerst da ist, ist recht eigentlich seine Mitte, von wo aus die Bildung nach allen Seiten fortschreitet. Wenn sich Rücken - und Bauchhöhle später durch Verwachsung von den Seiten her schliefsen, so ist das nur eine Verwachsung in peripherischen Theilen; denn die Kämme der Rückenplatten und die untern Ränder der Bauchplatten sind ihrem Wesen nach peripherische Theile.

---

*) Annales des sciences naturelles, Tome XII. Sept.

Die nähere Erörterung darüber gehört für das nächste Scholion. Nur in der Verknöcherung der schon gebildeten Knorpel gehen häufig die peripherischen den mehr centralen voran.

Hier erlaube ich mir nur noch die Bemerkung, daſs die Entwickelung nach der Peripherie, von der wir im nächsten Scholion mit besonderer Beziehung auf die Wirbelthiere sprechen werden, nicht so zu verstehen ist, als ob jedes einzelne Atom erst aus der Mitte hervorgetreten wäre. Nur der Fortschritt der Entwickelung hat diese Richtung, und daraus folgt zwar, daſs jeder Theil früher der Mitte näher gelegen hat, nicht aber, daſs alle Masse ganz in der Mitte gelegen hat, was im strengsten Sinne genommen eine Unmöglichkeit wäre. Schon das rasche Wachsen des Keimblattes lehrt, daſs jeder Theil desselben, da wo er ist, sich nährt.

Scholion IV.

Ueber das Schema, das die Entwickelung der Wirbelthiere befolgt.

§. 1.

Im Keime und werdenden Embryo zeigt sich in allen Dimensionen dieselbe Reihenfolge von Differenzen.

Je weiter wir in der Entwickelungsgeschichte zurückgehen, um desto mehr fallen alle Vorgänge zusammen. Es ist daher kaum möglich, irgend ein Verhältnifs von seinem Entstehen an zu verfolgen, ohne auch andere wiederholend zu berühren. Dieses zur Entschuldigung, wenn hier einige Bemerkungen nur Fortsetzungen oder Wiederholungen von Bemerkungen aus dem dritten Scholion scheinen, und andre vielleicht spätern Erörterungen vorgreifen. — Es kam mir nur darauf an, eine Reihe von Betrachtungen zusammen zu fassen, die sich vorzüglich auf die Bildungsweise der Wirbelthiere beziehen. Sie sollten dem folgenden Scholion als Vorbereitung dienen. Dieses letztere wird auch näher zu scheiden sich bemühen, was in dem vorhergehenden mehr allgemeine Gültigkeit hat und nur der Darstellung wegen in engern Zusammenhang mit Verhältnissen gebracht ist, die nur im Wirbelthiere walten.

So zusammengesetzt auch und scheinbar verworren der Bau eines ausgewachsenen Wirbelthiers ist, so einfach und nach allen Richtungen gleichmäfsig ist der Fortgang der Ausbildung dieser Form in der ersten Zeit.

a. Die Differenzen der primären Sonderung wiederholen sich in allen Dimensionen des Keimes.

Ueberblicken wir zuvörderst die Scheidung, welche in der Dicke des Keimes auftritt als seröses Blatt, Gefäfsblatt und Schleimblatt, so finden wir die Wiederholung derselben Differenzirungen auch in der Fläche, wie schon in der Entwickelungsgeschichte §. 1. bemerkt wurde, da im Dotterhofe das Schleimblatt, im Gefäfshofe das Gefäfsblatt vorherrscht und der Fruchthof dem serösen Blatte entspricht. Da der Keim keinen merklichen Gegensatz von vorn und hinten hat, so kann in dieser Dimension dieselbe Folge nicht auffallend werden. Als ganz schwach angedeutet läfst sie sich jedoch auch finden, indem nach hinten wirklich der Dotterhof überwiegt, nach vorn aber der Gefäfshof und besonders der Fruchthof

hof breiter ist, als nach hinten. — Sobald aber der Embryo auftritt, ist es sehr auffallend, dafs seine ganze Ausbildung von einem fortgehenden Centralisiren des serösen Blattes in der vordern, des Gefäfsblattes in der mittlern und des Schleimblattes in der hintern Region des Embryo begleitet wird; denn wenn das seröse Blatt die Bedeutung des animalen Theiles hat, so findet es seine höchste Ausbildung im Hirne und Kopfe, wie das Gefäfsblatt im Herzen, das Schleimblatt im Darme und vorzüglich wohl im Magen, welcher eben so ein umgebogener Theil des Schleimblattes ist, wie das Hirn mit dem Schädel für das seröse Blatt und das Herz für das Gefäfsblatt sind. Im Embryo offenbart sich dieselbe Reihenfolge von Differenzen auch in der Dimension der Tiefe um so offenbarer, je frühzeitiger wir ihn betrachten, was allerdings schon an sich nothwendig ist, da der Embryo nur eine Wucherung des Keimes ist. Wir finden aber auch in der Fläche dieselbe Aufeinanderfolge, wenn wir den Embryo in dem Zustande, wo sein Leib noch nicht geschlossen ist, betrachten; denn da vom serösen Blatte nur der mittelste Theil sich in den Leib des Embryo umwandelt, so hat es für diesen nur einen geringen Umfang, während das Gefäfsblatt und das noch gröfsere Schleimblatt zu der Integrität des Embryo gehören und künftig ganz in ihn übergehen.

b. Eben so im Embryo.

Wir haben also dieselbe Folge von Differenzen:

I) in dem Keime und der Keimhaut, und zwar
  a) in der Dimension der Tiefe als
    1) seröses Blatt, 2) Gefäfsblatt, 3) Schleimblatt.
  b) in der Dimension der Fläche als
    1) Fruchthof, 2) Gefäfshof, 3) Dotterhof.
  c) in der Dimension der Länge, in so fern der Fruchthof vorn am meisten breit ist, der Gefäfshof weniger, mit einem vordersten Einschnitte, der Dotterhof aber nach hinten vorherrscht.

Von dieser dreifachen Gliederung ist die in der Längendimension am wenigsten, die in der Flächendimension am stärksten ausgebildet, der Gesammtform des Keimes entsprechend, der nach der Dimension der Fläche ausgebildet ist.

II) im Embryo; nämlich:
  a) in der Dimension der Tiefe als
    1) animalischer Theil, 2) Gefäfsblatt, 3) Schleimblatt.
  b) in der Dimension der Breite als
    1) Leib des Embryo, 2) Gefäfshof, 3) Dotterhof.
  c) in der Dimension der Länge als
    1) Hirn und Schädel, 2) Herz, 3) Verdauungsapparat.

Im Embryo ist also dieselbe Gliederung, wie im Keime, jedoch ist sie in der Längendimension am stärksten ausgebildet, wie diese überhaupt im Embryo die bestimmende ist.

Ueberhaupt entspricht also

die obere Fläche	der Mitte	und dem vordern Ende
in der Dimension der Tiefe	in der Dimension der Fläche	in der Dimension der Länge
die untere Fläche	der Peripherie	und dem hintern Ende.

Man könnte indessen in der Fläche der Keimhaut, nachdem der Embryo kenntlich geworden ist, vier Glieder annehmen, wenn man den Embryo als Theil des gesammten Keimes betrachtet, nämlich von aufsen nach innen Dotterhof, Gefäfshof, Fruchthof und Embryo, wo das vierte Glied ein später hinzugekommenes ist. Dieselbe Vermehrung der Gliederung finden wir aber auch, wenn wir die Blätter im Embryo vergleichen, indem sich die Schicht für das Rückenmark später sondert, zwar erst wenn der Rücken geschlossen ist, aber ganz dieser neuen vierfachen Gliederung analog als die höchste Potenz des Thierischen im Thiere.

c. Nach dieser Reihenfolge wandelt sich der Keim in den Embryo um.

Fragen wir, in welcher Reihenfolge sich die einzelnen Schichten des Keimes in den Leib des Embryo umwandeln, so finden wir diese Umwandlung zuerst im serösen Blatte, während das Gefäfs- und Schleimblatt noch unter ihm unverändert fortgehen, dann im Gefäfsblatte, wo durch Bildung des Herzens und der Aorta diese Umwandlung kenntlich wird, endlich im Schleimblatte, welches am längsten sich passiv verhält. Die Umwandlung geht also von oben nach unten fort. Sie schreitet aber auch von vorn nach hinten fort, denn es bekommt der Kopf seine Grenze früher als das hintere Ende, und zugleich von der Mitte zur Peripherie, denn die peripherische Begrenzung tritt am Hühnchen erst am zweiten Tage auf, wo die Bauchplatten sich abgrenzen, nachdem die Mitte schon längst Embryo geworden war. Die Umwandlung schreitet also nach der oben aufgestellten Reihenfolge fort, und so, wie sich die einzelnen Pole der Dimensionen entsprechen.

Die Abschnürung als höhere Form der Abgrenzung geht nothwendig denselben Weg. Sie wird zuerst kenntlich im serösen Blatte, dann im Gefäfsblatte, endlich im Schleimblatte, und dabei schreitet sie in jedem folgenden Blatte immer weiter vor, als im vorhergehenden, so dafs zuerst unter dem Kopfe die Keimhaut von vorn nach hinten sich zurückzieht, wobei das seröse Blatt das bedingende scheint, dann das Gefäfsblatt sich löst und sich schneller nach hinten zieht, darauf das Schleimblatt. Eben so am hintern Ende, wo durch die Trennung der Blätter eine Lücke für den Austritt des Harnsackes gebildet wird, und von der Seite, wo die anfangs gespaltene Bauchhöhle, die Gekrös- und Darmplatten gebildet werden. Dabei erscheint in jedem einzelnen Blatte die Abschnürung am frühesten in der Längendimension, und zwar zuerst vorn, dann hinten und darauf an den Seiten, wie ich §. 6. *d.* der Entwickelungsgeschichte des Hühnchens schon bemerkt habe. Sobald nämlich der Embryo einige Selbstständigkeit hat, ist sein lebendiges Centrum nicht mehr ein Punkt, sondern eine Linie, und für diese Axe wird der Gegensatz von Centrum und Peripherie in den von Axe und Seiten umgewandelt.

d. In derselben Folge geht die Abschnürung vor sich

Die Bildung des Amnions ist nichts als eine Weiterbildung dieser Abschnürung, welche innerhalb des serösen Blattes die nächste Umgebung des Embryo (Amnion) von dem übrigen Umfange dieses Blattes (seröse Hülle) bis zur völligen Trennung abschnürt. Sie schreitet also auch eben so in der Entwickelung fort, denn die Amnionsfalte sehen wir ebenfalls zuerst vorn, dann hinten, darauf an den Seiten. Dafs die Umhüllung in ein Amnion für die Thiere, in welchen sie vorkommt, nur eine Weiterbildung der Abschnürung ist, giebt vielleicht den Grund, warum in den Säugethieren, bei denen die Abschnürung am stärksten ist, das Amnion am frühesten auftritt. (Schol. II. *b.*).

e. und die Bildung des Amnions.

§. 2.

Eine doppelt symmetrische Entwickelung von einer Axe ausgehend verwandelt in den Wirbelthieren die Schichten der primären Sonderung in Röhren.

Nachdem wir im dritten Scholion die Art und Weise im Allgemeinen ins Auge gefafst haben, durch welche aus dem einfachen Embryo ein zusammengesetztes Thier sich bildet und eine auf dreifache Weise sich offenbarende Sonderung allmählig im Embryo wirksam gesehen haben, wird es nicht überflüssig seyn, diesen Faden hier wieder aufzunehmen und in Beziehung auf die Ausbildung der Wirbelthiere weiter zu verfolgen. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs jene drei Arten der Sonderung in allen Thierformen vorkommen,

a. Das Schema für die Ausbildung der Wirbelthiere gleicht einer 8.

in so fern sie nicht fast ganz einfach sind. Für die Wirbelthiere mufs aber der Fortgang der Ausbildung ein eigenthümlicher seyn. Nun wissen wir aus der Entwickelungsgeschichte des Huhnes, dafs sich zuerst eine Axe bildet, dafs von dieser aus eine Entwickelung nach der Seite, dann nach oben und wieder gegen die Mittelebene fortgeht, und durch Verwachsung eine Röhre sich nach oben bildet, an welcher nur die obere oder animalische Schicht des Keimes Theil nimmt; dafs darauf eine andere Fortbildung in entgegengesetzter Richtung von den Seiten nach unten fortgeht, woran sowohl die animale als die plastische Schicht Theil hat. Denselben Fortgang habe ich im Frosche vollständig verfolgt, und wenn ich auch keinen Embryo von andern Amphibien, von Fischen und von Säugethieren gesehen habe, in welchem der Rücken noch offen gewesen wäre, so liefsen doch die jüngern Embryonen mit Sicherheit erkennen, dafs auch hier dasselbe Schema waltete, denn die Wirbelsaite und die kaum verwachsenen Rückenplatten habe ich in allen erkannt. Nehmen wir nun darauf keine Rücksicht, dafs auf der Bauchfläche am Vogel, Säugethier und den meisten Amphibien längere Zeit hindurch eine Gegend (der Nabel) ungeschlossen bleibt, und wir können dieses um so mehr, da in andern Wirbelthieren, wie im Frosche, sich kein wirklicher Nabel bildet, so sehen wir, dafs der Embryo der Wirbelthiere zuvörderst aus *zwei Hauptröhren* besteht, einer obern für die Rückenhälfte und einer untern für die Bauchhälfte. Jede Röhre ist aus seitlichen Hälften zusammengewachsen, und zwar so, dafs in jeder Röhre nur die der andern zugekehrte Linie, wo zwischen beiden Hauptröhren die Wirbelsaite als gemeinschaftliche Axe liegt, ursprünglich central ist, die Seitentheile und die der Axe abgekehrte Schlufslinie aber einst excentrisch, und zwar diese Schlufslinien (für die obere Röhre die oberste Linie, für die untere Röhre die unterste Linie) einst am meisten peripherisch waren. Wir können das Schema, welches die Wirbelthiere in ihrer Entwickelung verfolgen, seinem Queerdurchschnitte nach mit einer 8 vergleichen, wenn wir uns denken, dafs von der Mitte aus nach oben und unten die Gestalt dieser Ziffer vollendet wird.

b. Dadurch werden aus den Schichten des Keimes Röhren.

Da ferner theils gleich nach dem Schlusse nach oben, theils während des Schlusses nach unten, im Embryo die Sonderung in Schichten eintritt, so bilden alle Schichten bald Röhren. Diese Röhren nenne ich die *Fundamentalorgane*, da aus ihnen die speciellen Organe sich allmählig ausbilden. Sie müssen sich nothwendig einander einschliefsen, aber nicht auf ganz gleiche Weise. Die *Figur* 4. der *Tafel III.* giebt eine Durchschnitts-Abbildung dieser Röhren. Ihr gegenseitiges Lagerungsverhältnifs ist nothwendiges Product der primären Sonderung und des Schema der Entwickelung.

Erinnern wir uns nochmals, dafs der Keim sich in zwei Lagen theilt, eine animalische und eine plastische, dafs die plastische wieder aus einem Gefäfsblatte und einem Schleimblatte besteht, die animalische aber später sich ebenfalls in eine obere und untere Schicht sondert, dafs ferner an der Bildung der Bauchhälfte beide Lagen Antheil haben, an der Bildung der Rückenhälfte aber nur die animalische Lage, und dafs beide Hälften durch ein Zusammenwachsen von beiden Seiten nach oben und unten gebildet werden; so folgt daraus:

c. Lagerungsverhältnifs dieser Röhren. Taf. III. Fig. 4.

1) dafs das Schleimblatt eine innerste Röhre in der Bauchhälfte des Thieres bildet. Wir nennen dieses Fundamentalorgan die *Schleimhautröhre (Fig. 4. f.)*. Aus ihr bilden sich alle diejenigen Organe, durch welche das Thier mit der Aufsenwelt einen Stoffwechsel unterhält. Es ist dieselbe Fläche, die auch der Keim der ernährenden Dottermasse zugekehrt hatte.

2) dafs das Gefäfsblatt in der Bauchhälfte die Schleimhautröhre umgiebt. Da aber das Gefäfsblatt schon einen Schlufs bildete (die Naht des Gekröses), ehe die Schleimhaut sich schlofs, so formt es zwei Röhren, eine über der Schleimhautröhre, welche nichts enthält, sich allmählig verengert und endlich verwächst, und eine zweite, welche die Schleimhautröhre genau umgiebt. Diese *gedoppelte Gefäfshautröhre (Fig. 4. e.)* unterhält allen Stoffwechsel im Innern des Leibes, und die Gefäfse, die sich in ihr bilden, dringen daher später in alle Theile des Leibes ein.

3) dafs die ursprünglich untere Schicht der animalischen Lage, welche wir die Fleischschicht genannt haben (Schol. III.), zwei Röhren bilden mufs, eine *Rückenröhre* (*l*) und eine *Bauchröhre* (*c*), welche beide umhüllend sind, indem die letztere die beiden früher genannten Röhren umgiebt, die erstere aber die Nervenröhre. Bei weiterer Sonderung trennt sich die Fleischschicht wieder in eine innere Knochenschicht (mit Inbegriff der fibrösen Häute) und eine Muskelschicht. Das Skelet hat also nach diesem Typus auch untere und obere Bogen, mit einer mittlern Säule, und stellt überhaupt das ganze Schema der Entwickelung am vollständigsten dar. Da beide Röhren der Fleischschicht über einander liegen, und die Knochenlage in beiden Röhren nach innen liegt, so gehört die gemeinschaftliche Axe beider Röhren und des ganzen Thieres dem Skelette an.

4) Es bleiben nun noch im Embryo der röhrenförmige Centraltheil des Nervensystems, oder die *Nervenröhre* (*d*) und die *Haut* (*h*), welche eine allgemeine äufsere Röhre über beide Röhren der Fleischschicht bildet. Diese beiden Theile stammen in Hinsicht auf den Keim aus demselben Bette. Sie sind die jetzt abgesonderte obere Schicht von der animalen Lage des Keimes. Sie müssen auch ursprünglich zusammengehangen haben, so dafs sie beim Schlusse des Rückens

eine innere engere und eine äufsere weitere mit dieser verwachsene Röhre bildeten, und sind nur durch den Schlufs der beiden Blätter der Rückenröhre von einander getrennt. Vielleicht beruht es hierauf, dafs nur die Nervenröhre vom Anfange an geschlossen gefunden wird, indem wir sie erst als selbstständig erkennen, wenn die beiden Kämme der Fleischschicht sie von der Haut getrennt haben.

Die ursprüngliche Uebereinstimmung von Haut und Rückenmark scheint wichtig, und wenn die erstere die Peripherie, das letztere das Centrum des animalen Nervensystems ist, so sehen wir, wie durch die Entwickelung auf die einfachste Weise ein Theil des ursprünglich Gemeinschaftlichen nach innen gestellt wird, durch Bildung der Rückenröhre, während der andere Theil an der Peripherie bleibt. In dem eingeschlossenen, innern Theile entwickelt sich nun das thierische Leben zu seiner höchsten Blüthe, während der peripherische Theil auf niederer Stufe stehen bleibt. — Eben so theilt sich später wieder die Nervenröhre in zwei Schichten, in eine umhüllende, die Häute, und eine umhüllte, das Nervenmark. So auch die Haut, die sich allmählig in Lederhaut und Oberhaut scheidet. Bezeichnen wir nun den Gegensatz von der weniger lebendigen Haut und dem mehr lebendigen Rückenmarke mit — und +, so sehen wir, dafs in jedem Gliede sich derselbe Gegensatz wiederholt. In der Gliederung der hineingetretenen Rückenröhre von der Fleischschicht kehren sich die Pole aber bei der Sonderung in Knochen und Muskeln um, die leblose Seite ist nach innen, die lebendigere ist nach aufsen gekehrt. Dadurch entsteht folgende Reihe von Gegensätzen:

Hautschicht.		Rückenröhre der Fleischschicht.		Nervenschicht.	
Oberhaut,	Lederhaut.	Muskel,	Knochen.	Häute,	Nervenmark.
—	+	+	—	—	+

Eine ähnliche oder verwandte Gliederung ist schon deshalb für die untere oder Bauchhälfte wahrscheinlich, weil die ersten Glieder dieselben sind und weil sie nach demselben Typus gebaut ist, nur mit dem Unterschiede, der aus der Verschiedenheit der ursprünglich untern aufnehmenden Fläche des Keimes und seiner obern hervorgeht. Auf jeden Fall scheint hier ein Glied mehr zu seyn. Doch wage ich nicht, die Gliederung aufzustellen, da es noch fraglich ist, welcher von den ursprünglichen Röhren die Muskelschicht des Darmes angehört, ob dem Gefäfsblatte, oder dem Schleimblatte. Bedenkt man indessen, dafs auch in dem isolirten Theile des Gefäfsblattes Muskelfasern sich bilden, im Herzen nämlich, dafs ferner das Gefäfsblatt auf dem Darme beträchtlich anschwillt (Entwickelungsgeschichte §. 5.), und zwar in der Magengegend am meisten, so

darf man wohl vermuthen, dafs die Muskelschicht, die im Athmungsapparate sogar von Knorpeln und Knochen begleitet wird, dem Gefäfsblatte angehört.

Solche Röhren hat jedes Wirbelthier als Fundamentalorgane. Wo sich der Embryo vom Dotter abschnürt, können wir im Dotter, wenn wir ihn uns cylindrisch denken, noch eine aufser dem Leibe liegende Röhre für das Gefäfsblatt und das Schleimblatt erkennen, die durch Einschnürung von den im Leibe enthaltenen Röhren geschieden sind. In denselben Embryonen bildet sich nun durch die Amnionsfalte aus dem serösen Blatte eine Röhre, welche den gesammten Embryo einhüllt (Amnion), und eine zweite, welche den Embryo mit dem Darmsacke umschliefst (seröse Hülle). Es sind dieselben Thiere, welche im Harnsacke auch ein hervorgetretenes Organ haben.

d. Gestaltungsverhältnifs der Fundamentalorgane.

Werfen wir noch einen allgemeinen Blick auf das gegenseitige Verhältnifs der Fundamentalorgane, so scheint uns dieses eine nähere Einsicht in die Organisation der Wirbelthiere zu versprechen. Aufser der Haut, welche beide Hälften des Wirbelthieres umschliefst, finden wir zwei Paar Fundamentalorgane. Das eine Paar ist doppelröhrig, die Fleischschicht und das Gefäfsblatt. Wird hierdurch ein gewisser Grad von ursprünglicher Uebereinstimmung ausgesprochen? Wir lassen es dahin gestellt seyn, können es aber doch nicht unbemerkt lassen, dafs diese beiden es sind, in welchen die meiste histologische Sonderung sich später entwickelt. Das andere Paar besteht aus einfachen Röhren, die eine ist oben, die andere unten. Jene bildet das Innere des animalischen Leibes, diese das Innere des plastischen Leibes. Jene wird von der obern Röhre der Fleischschicht, diese von der untern Röhre der Gefäfsschicht eingeschlossen. Im Allgemeinen wird also im Wirbelthiere oben das animalische Leben, unten das plastische Leben vorherrschen. In der Längendimension wiederholt sich dasselbe Verhältnifs, da überhaupt von vorn nach hinten dieselbe Aufeinanderfolge ist, wie von oben nach unten (§. 1. *b.*). — Mit dem Verhältnisse von aufsen und innen ist es anders, wegen des doppelten Zusammenrollens. In der Bauchhälfte nämlich ist die untere Fläche des Keimes zur innern geworden, in der Rückenhälfte nur der mittlere Theil der obern Fläche, während das Uebrige der obern Fläche für den ganzen Leib zur äufsern Grenze wird. Deshalb ist der Gegensatz der obern und untern Hälfte nicht vollkommen.

e. Fortgang der Bildung. Centrallinie und Schlufslinie in allen Fundamentalorganen.

Fruchtbarer als die Betrachtung des blofsen Lagerungsverhältnisses der Fundamentalorgane dürfte ein Rückblick auf ihren Bildungsfortgang für die ganze Entwickelungsgeschichte seyn. Da alle Bildung von einer Axe aus, nach beiden Seiten und nach oben und unten fortgehend, eine Fläche in zwei Hauptröhren umwandelt, wie schon öfter bemerkt wurde (Schol. IV. §. 2. *a.*), so können wir

Bildungsbogen.

diesen Fortgang durch das Schema *Fig.* 5. darstellen. Die Ansicht dieser Abbildung, besonders wenn wir sie mit *Fig.* 4. vergleichen, versinnlicht uns, wie der Keim aus der Gestalt einer Platte sich zum Embryo umbildet. Geht nämlich alle Entwickelung vom Centrum zur Peripherie, zugleich aber auch aus der Fläche nach oben und unten von einer Axe *a*, so wird aus der Peripherie die obere und untere Mittellinie des ganzen Körpers gebildet. Die beiden punktirten Linien *m m'* und *n n'* zeigen an, wo die Schlufslinie des Rückens und des Bauches herstammen, wenn wir sie auf die vergröfserte Platte des Keimes beziehen. Sie sind die äufsersten Grenzen des Theiles vom Keime, der sich in die Rückenhälfte, und des Theiles, der sich in die Bauchhälfte verwandelt. Dadurch wird es anschaulich, was wir oben bemerkten, dafs die Schlufslinien der Rücken- und Bauchhälfte ursprünglich am meisten peripherisch waren. *m m'* und *n n'* sind die Wege, die diese Theile zurücklegen würden, um aus dem Keime den Embryo zu bilden, wenn keine Vergröfserung zugleich Statt fände. Alle Blätter wachsen aber bei dieser Ortsveränderung zugleich vom Centrum nach der Peripherie zu, so dafs jeder einzelne Punkt in einem bestimmten Bogen fortrückt. Nehmen wir jetzt nur auf die Bildung der Fundamentalorgane Rücksicht, so können wir die Richtung der Entwickelung mit denjenigen bogenförmigen Linien unsrer 5ten Figur bezeichnen, in denen kleine Pfeile zur Andeutung der Richtung enthalten sind. Ich nenne den Weg, auf welchem jeder Punkt während der Bildung fortrückt, seinen *Bildungsbogen.* *b*, *c*, *d*, *e*, *f* in *Fig.* 5. sind nun die Bildungsbogen für alle Theile, die in der Ebene ihrer Schicht bleiben, ohne aus ihr hervorzutreten *). Auf welches Fundamentalorgan jeder Bildungsbogen sich bezieht, ergiebt sich leicht aus der Vergleichung mit *Fig.* 4., da die Bezifferung dieselbe ist.

Es wird nun aus dieser *Fig.* 5. auch klar, dafs man durchaus nicht die ganze Mittelebene des Embryo für central ansehen darf, dafs vielmehr, so wie im ganzen Embryo, eben so in jedem röhrigen Fundamentalorgane, eine *Centrallinie* ist, von welcher aus die Bildung fortschreitet, und ihr gegenüber in derselben Röhre eine *Schlufslinie* sich findet. *Die Centrallinie eines jeden Fundamentalorganes ist der Axe des ganzen Thieres am meisten zugekehrt. Sie ist die einzige, die in der ganzen Röhre ursprünglich einfach war.* Die Schlufslinie ist aus zwei am meisten peripherischen Hälf-

*) Diese sind die *ursprünglichen Bildungsbogen* im Gegensatze zu den durchbohrenden Bildungsbogen. (Schol. IV. §. 3. *m.*).

Hälften gebildet, denn jedes Fundamentalorgan ist aus einer Fläche in eine Röhre umgewandelt *).

Um uns hiervon zu überzeugen und es zugleich zu versinnlichen, denken wir uns eine Ebene senkrecht durch den Leib des Thiers gelegt. In *Fig.* 4. ist *x*, *y* der Durchschnitt dieser Ebene. Verfolgen wir ihn nun von oben bis unten, so treffen wir zuerst auf Haut, dann auf Knochen und auf die obere Naht des Rückenmarkes. Alle diese Stellen sind nicht ursprünglich einfach, sondern durch Verwachsung der Rückenplatten einfach geworden. Folgen wir der Linie weiter, so stöfst sie noch einmal auf die Nervenröhre, aber da, wo sie ursprünglich einfach ist. Hier ist also ihre Centrallinie. Weiter fortgeführt trifft die Ebene auf die Wirbelsaite und ihre Umgebung, die Centrallinie für beide Röhren der Fleischschicht und die Axe des ganzen Thiers. Noch weiter nach unten kommt sie auf das Gefäfsblatt. Es ist hier die nie getheilt gewesene Centrallinie dieses Blattes. Bald darauf treffen wir nochmals auf das Gefäfsblatt in der Naht des Gekröses, also auf eine verwachsene Stelle. Noch weiter erreicht unsre Mittelebene zuerst die Schleimhautröhre, an der Linie, die nie peripherisch gewesen ist, dann zum zweiten Mal dieselbe Röhre, wo sie einst peripherisch war. An der Bauchfläche stöfst sie wieder auf die Fleischschicht und auf Haut, in einer Linie, die einst die äufserste Peripherie war **). So hat also jede der Fundamentalröhren eine der Axe des ganzen Thiers zugekehrte Linie, und diese Linie ist zugleich die Axe für die Bildung dieser Röhre. Nur diese Linie ist ursprünglich central. In jeder Röhre ist aber eine andere von der gemeinschaftlichen Axe abgekehrte Linie, und was in dieser Linie liegt, war für jede Röhre einst am meisten excentrisch. Nur die Hautschicht macht eine Ausnahme. Sie ist überall excentrisch gewesen. Ihre Axe ist ursprünglich mit der Centrallinie der Nervenröhre identisch, von welcher die Haut nur später abgeschnitten wird und nun als Haut gar keine Centrallinie hat.

f. Anwendung des Früheren.

Auch bei der Weiterbildung, wenn aus den Fundamentalorganen durch morphologische Sonderung (Schol. III. *d.*) sich die einzelnen bleibenden Organe ausbilden, wirkt das aufgestellte Schema immer fort. Denn es lassen sich folgende allgemeine Regeln bei der Weiterbildung erkennen:

---

*) Dafs die Bauchhälfte sich mehr durch Abschnürung als durch wirklich seitliche Verwachsung bildet, ist kein Einwand. Die doppelte symmetrische Entwickelung schliefst die Vorstellung von Verwachsung in sich. Jenes Verhältnifs ist nur eine Modification, wovon wir den Grund später beleuchten wollen. (Vergl. §. 3. *d.* dieses Scholions.)

**) Verlängert man die Linie *x y* bis in den Dottersack, wie in unsrer Abbildung geschehen ist, so trifft sie auch hier nur auf Theile, die ursprünglich peripherisch waren.

1) Die Centrallinie aller einzelnen Fundamentalorgane *scheint* im Allgemeinen*) eben so wenig geneigt, irgend eine weitere Entwickelung zu erfahren, als die Axe des gesammten Thiers, oder die Wirbelsaite. In der Nervenröhre bleibt sie unverändert, eben so in der Gefäſshautröhre, wo ihr vorderster Theil nur schwindet. So auch in der Schleimhautröhre. Dennoch bestimmt sie immer die Richtung der Entwickelung, denn alle fernere Entwickelung scheint immerfort nach der Richtung der Pfeile in unsrer 5ten *Figur* fortzugehen, woraus eine zweite allgemeine Regel folgt:

2) Alles, was aus der Schluſslinie irgend eines Fundamentalorganes hervortritt, bleibt in der Mittelebene und theilt sich nicht wieder seitlich. Wenn diese Regel Wahrheit hat, so ist sie nur eine nothwendige Folge des in unsrer *Fig.* 5. abgebildeten Schemas der Entwickelung und eben dadurch eine Bestätigung desselben. Soll nämlich die Fortbildung nach den punktirten Linien dieser 5ten *Figur* fortschreiten, so kann etwas, das in dieser Richtung fortgeht, so bald es die Mittelebene erreicht hat, diese nicht wieder verlassen. Da es hierauf sein Gleichnamiges der andern Seite trifft, kann es wohl, wenn die Entwickelung stark ist, innerhalb der Mittelebene wachsen, aber nicht aus ihr heraus**). Suchen wir einige Beweisgründe auf! Der Athmungsapparat tritt aus der Schleimhautröhre hervor, aber so, daſs die Lungen aus den Seitentheilen ausgestülpt werden, der Luftröhrenstamm aus der untern Fläche oder der Schluſslinie. Jene verzweigen sich, diese nicht, die Luftröhrenäste nämlich sind schon ursprünglich seitlich und die Stämme der Lungen. Der Harnsack tritt aus der Schluſslinie seines Fundamentalorganes hervor und bleibt ungetheilt. Die Dornfortsätze, die Flossenträger, die Flossenstrahlen, lauter Vorragungen der Mittelebene, können eine ungeheure Länge erlangen, spalten sich aber nicht seitlich. Die sogenannten untern Dornfortsätze, welche an der untern Fläche der Brust - und

*) Ich habe mich des Ausdruckes „im Allgemeinen" bedient, weil ein nicht seltenes Organ vielleicht eine Ausnahme macht. Ich meine die Schwimmblase der Fische. Der Analogie nach sollte man vermuthen, daſs sie aus der Schleimhautröhre hervorwächst. Dann würde sie freilich, wo sie einfach ist, aus der Centrallinie dieser Röhre hervortreten, und die allgemeine Gültigkeit des Gesetzes aufheben. Allein, da auch Schwimmblasen vorkommen, welche mit dem Speisekanal gar nicht in Verbindung stehen, so ist vielleicht ihre Bildungsweise eine andere. Stammen sie etwa ursprünglich aus der Lücke des Gekröses?

**) Das hindert aber nicht die Schluſslinie irgend eines Fundamentalorganes, statt bei weiterer Entwickelung von der Centrallinie sich zu entfernen, vielmehr derselben sich nähert. Dieses Verhältniſs muſs vielmehr eintreten, wenn in den Seitentheilen eines Fundamentalorganes eine stärkere Entwickelung ist, als in den ursprünglich peripherischen Rändern, welche die Schluſslinie bilden. In der ganzen Nervenröhre erzeugt ein solches Verhältniſs in späterer Zeit die Einschnitte in der Mittelebene.

Bauchwirbel mehrerer Vögel hervorstehen, und bei einigen, wie in der Gattung *Colymbus*, sehr lang und an der Spitze in zwei seitliche Bogen gespalten sind, machen keine Ausnahme, denn sie liegen nicht, wie die untern Dornfortsätze des Schwanzes, in den Bauchplatten, gehören nicht zu der Knochenlage der Bauchröhre und scheinen überhaupt nicht durch einen Schlufs erzeugt, sondern Wucherungen aus dem Stamme der Wirbelsäule nach innen zu von dieser Röhre. Hiernach müssen sie bei weiterer Entwickelung nach unserm Schema in seitliche Bogen auslaufen. Die gespaltenen Dornfortsätze der Halswirbel des Menschen könnten eher für eine Ausnahme gelten, allein sie sind nicht nur unbedeutend, sondern auch durch die Muskeln hervorgezogen, und ihre Grundlage, die fibröse Haut, ergänzt sie als Nackenband. Bedenklich sind freilich die Dornfortsätze der Schildkröten, die oben in eine Platte sich ausdehnen. Allein das Entwickelungsschema mufs nothwendig bei den Schildkröten auf eine ganz eigene Weise modificirt seyn, welche auf nähere Untersuchung ihrer Entwickelung sehr begierig macht. Vielleicht liegen die Rückenplatten in diesen Embryonen sehr tief, so dafs sie von den Bauchplatten überwachsen werden. Auf jeden Fall mufs es erlaubt seyn, sie ganz unberücksichtigt zu lassen, bis ihre Entwickelung untersucht ist.

3) Wenn irgend ein Organ seine Stelle seitlich und symmetrisch verändert (die Veränderung in der Längenrichtung und die unsymmetrische Wanderung nach der Seite lassen wir für jetzt unberücksichtigt), so geschieht dieses nur von der Centrallinie in seinem *Bildungsbogen* nach der Schlufslinie derselben hin *). Nur in dieser Richtung, glaube ich, können Organe fortrücken, nicht in der entgegengesetzten nach der Centrallinie hin. So rücken die Rippenknorpeln mit ihrer ganzen Umgebung, den geraden Bauchmuskeln, den Brustwarzen der Säugethiere, der *Arteria mammaria* u. s. w. der Mittellinie des Bauches immer näher. So wissen wir ferner aus Rathke's Untersuchungen, dafs die Geschlechtstheile der Fische allmählig der Schlufslinie des Bauches zurücken. (*Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig, Bd. I. Heft* 3.) Von den Hoden und Eierstöcken der Säugethiere ist es längst bekannt. Dagegen rücken die Geschlechtstheile der Insecten nach der Mittellinie des Rückens, wie Herold gelehrt hat. In den Insecten geht aber die Entwickelung nur nach dem Rücken hin, worüber im V. Scholion mehr. Sie haben ihre Schlufslinie oben.

*) Das hindert natürlich nicht, dafs ein Theil bei allseitiger Vergröfserung nicht mit einem Ende auch der Centrallinie näher rückte, wie die Rippen an die Wirbelkörper sich anlegen, doch scheint immer das entgegengesetzte Ende stärker zu wachsen.

4) Die Centrallinien aller Fundamentalorgane liegen über einander in der Mittelebene. In *Fig.* 5. enthält die Linie $\alpha\beta$ die Durchschnitte aller Centrallinien. Erinnern wir uns nun, dafs sämmtliche Blätter sich nur allmählig von einander getrennt haben, und je weiter wir zurückgehen, um so mehr eine einzige Schicht bildeten, so erkennen wir, wie alle Centrallinien früher dichter zusammenlagen, ja nur Absonderungen einer einzigen ursprünglichen Centrallinie des Keimes sind, und es wird uns klar, wie das früher bei Bildung des einfachen Keimes erkannte Gesetz, dafs alle Entwickelung aus einem Centrum nach der Peripherie fortschreitet (Schol. III. *g.*), auch beim Auftreten der doppelt symmetrischen Ausbildung fortwirkt und alle Entwickelung wahrhaft excentrisch ist. Das Auseinandertreten der Centrallinien selbst ist nichts als ein besonderer Ausdruck dieses Gesetzes. Nur eine mittlere Centrallinie bleibt bei dieser Sonderung die Axe des Ganzen.

5) In der Regel ist in den Wirbelthieren jedes Organ, das einfach ist, ursprünglich in der Mittelebene gewesen, oder das gleichnamige Organ der andern Seite ist als verkümmert anzusehen. Jeder einfache Theil scheint nämlich entweder ursprünglich einfach, wenn er aus einer Schlufslinie stammt, oder einfach, indem seine zwei gleichnamigen Hälften durch den Fortgang der Entwickelung in die Schlufslinie geführt wurden. — Ich stelle diesen Satz etwas zweifelnd hin, weil mir der erste Bildungsmoment der Milz nicht recht klar ist. Indessen ist es gewifs, dafs sie im Hühnchen, je früher man sie untersucht, um so mehr in der Mitte liegt. Sie scheint also aus der Mitte zu stammen und nach links zu rücken. In Hinsicht der Leber ist hierüber kein Zweifel. Die Entwickelungsgeschichte der Leber, der ich in allen einzelnen Abstufungen gefolgt bin, liefert überhaupt die schönsten Bestätigungen für die Betrachtungen dieses Paragraphen. Sie tritt gedoppelt auf als zwei Lebergänge, welche Ausstülpungen aus den Seitentheilen der Schleimhautröhre sind. Dann verwachsen beide Lebergänge nach unten, also an der Schlufsseite für ihren Bildungsbogen. Durch weiteres Hervortreten der Lebergänge wird endlich auch die Mitte zwischen beiden hervorgehoben, und nun ist der Lebergang in seinem Stamme einfach. Aus diesem stülpt sich wahrscheinlich die ungetheilte Gallenblase hervor. Wodurch aber die Leber und die Milz aus ihrer Seitenlage weggerückt werden, können wir erst später untersuchen (Schol. IV. §. 3. *i.* und Schol. V. §. 3. *g.*). Bedenken erregt auch das Pankreas. Es scheint eine seitliche Hervorstülpung. Allein ich mufs bemerken, dafs ich sehr oft beim ersten Erscheinen desselben, auf der entgegengesetzten Seite, obgleich nicht ganz gegenüber, eine ähnliche kleine Ausstülpung der Schleimhautröhre sah, die sich aber nicht weiter entwickelt. Das Pankreas der rechten Seite scheint also schon in der Bildung abzusterben.

§. 3.

Weitere Umbildung aus der einfachen Röhrenform.

Wir haben im vorigen Paragraphen zu zeigen gesucht, wie durch das Schema, welches die Entwickelung der Wirbelthiere beherrscht, aus einem blattförmigen Keime, in welchem eine primäre Sonderung in Schichten gegeben ist, die Grundform der Wirbelthiere gebildet wird, die aus heterogenen in einander steckenden Röhren besteht. Es wird nun nicht unpassend seyn, die weitere Umbildung zu verfolgen, um zu untersuchen, ob in derselben auch einige allgemeine Verhältnisse aufgefunden werden, wodurch sie uns verständlicher wird.

Diese Umbildung erfolgt durch morphologische und histologische Sonderung. Wir finden dabei zuvörderst, daſs je früher ein Fundamentalorgan aufgetreten ist, um so rascher es sich auch umbildet, so daſs die Röhrenform in den frühesten Fundamentalorganen fast nur in der Idee besteht.

a. Wie die Analogie in den verschiedenen Dimensionen auf die Umbildung wirkt.

Es entwickelt sich überhaupt die Rückenhälfte rascher als die Bauchhälfte. Nach §. 1. *b.* dieses Scholions wiederholt sich aber das physiologische Verhältniſs, das in der Dimension der Tiefe von oben nach unten sich offenbart, auch in der Flächendimension vom Centrum nach der Peripherie zu und, so bald der Embryo als solcher sich zeigt, am stärksten in der Längendimension von vorn nach hinten. Hiermit übereinstimmend wächst die Mitte des Embryo stärker, als seine Peripherie, und hierauf läſst sich die ganze Metamorphose, die wir Erhebung und darauf folgende Abschnürung des Embryo genannt haben, zurückführen, denn die Erhebung ist ja ein Zurückbleiben der Peripherie des noch ganz in der Fläche ausgebreiteten Embryo gegen die Mitte, wozu bei fortgehendem Wachsthume auch wirkliche Verkleinerung tritt. — Indem dasselbe Verhältniſs des schnelleren Wachsthumes in der Längendimension vorn am stärksten wirkt, wird die Bildung des Kopfes dadurch veranlaſst.

b. Dadurch bilden sich die Centraltheile in den Fundamentalorganen.

Die Rückenplatten nämlich erheben sich, ihr oberer Rand wächst am raschesten und besonders am vordern Ende. Schon aus diesem Grunde müssen sie sich vorn nach unten umbeugen. Dazu kommt noch, daſs auch die Abschnürung am vordern Ende zuerst wirksam ist. So wird der vorderste Theil der Rückenröhre rasch umgebogen und die Abgrenzung des Kopfes wird dadurch angedeutet, obgleich nach hinten die Grenze noch nicht bestimmt ist und auch vorn und unten der Anfang der Bauchplatten ohne Abgrenzung an dem Vorderende der Rückenplatten anliegt. Nun entsteht das merkwürdige Verhältniſs, daſs bei fortgehender Krümmung jedesmal der am meisten nach vorn liegende Theil des Kopfes, in welchem unterdessen ein Hirn sich zu sondern angefangen hat, am

stärksten wächst. So wird die Ungleichheit in der Rücken- und Nervenröhre erzeugt, und wenn nun die Gefäfsbogen nach Verwachsung der Kiemenspalten sich lösen und zurücktreten, schiebt sich der Kopf wieder mehr zurück und bekommt auch eine schärfere hintere Grenze. Auf solche Weise scheidet sich das Hirn vom Rückenmarke, zugleich der Schädel vom Rücken, das Gesicht von den übrigen Bauchplatten.

Die erste Anlage des Herzens und die erste Anlage des Kopfes liegen über einander, und unläugbar ist das Herz für das Gefäfsblatt eben das, was der Schädel für die Rückenröhre oder das Hirn für die Nervenröhre ist. So wie nun der Kopf sich nach vorn stellt, mufs die Anlage des Herzens hinter ihm liegen, weil sich das Verhältnifs von oben und unten in das von vorn und hinten umwandelt. So wie aber das Hirn sich immer mehr nach hinten schiebt, eben so das Herz. Der mittelste Theil des zuerst fast geraden Herzens strebt nach unten, dann nach hinten, und wird nun deutlich die Spitze der Herzkammer. Dieselbe Metamorphose scheint den Magen innerhalb der Schleimhautröhre zu bilden, denn ein Theil der untern Fläche tritt hervor und verlängert sich dann nach hinten. So zeigt sich dieselbe Umbeugung in allen Schichten in der Reihenfolge von oben nach unten und zugleich von vorn nach hinten. In derselben Reihenfolge wird auch die Umbeugung schwächer.

c. Derjenige Pol, gegen welchen der Strom der ernährenden Flüssigkeit gerichtet ist, scheint sich rascher zu bilden, als der entgegengesetzte.

Wir haben schon bei verschiedenen Gelegenheiten bemerkt, dafs eine Metamorphose, die in irgend einer Schicht eintritt, in der andern sich wiederholt, und möchten daher die Bildung der Centraltheile in den andern Blättern als Wiederholungen und nothwendige Begleiter der Kopf- und Hirnbildung in dem serösen Blatte betrachten. Diese Bildung aber (und also auch die Bildung der andern Centraltheile) scheint, wie wir zeigten, davon bedingt, dafs die obere Fläche sich rascher entwickelt, als die untere, die Mitte rascher, als der Umfang, das Vorderende rascher, als das hintere Ende. Sollte für das raschere Wachsthum dieser Pole der verschiedenen Dimensionen (wozu später noch die rechte Seite hinzutritt) nicht vielleicht noch ein übereinstimmendes Verhältnifs aufzufinden seyn, welches man, wo nicht als Grund, doch als Begleiter betrachten kann?

Wenn wir unsern Blick vom Embryo des Huhnes abwenden und auf das Wachsthum der organischen Körper überhaupt werfen, um zu erfahren, welcher Abschnitt derselben am stärksten wächst, so scheint eine allgemeine Regel sich darin zu offenbaren, dafs in einem Organismus diejenige Seite irgend einer Dimension, gegen welche die organische Strömung gerichtet ist, sich rascher bildet. Es ist als ob dort der in Bewegung gesetzte organische Stoff mehr Neigung und Möglichkeit bekäme, in die Masse der Organismen überzugehen. So

ist es in der Reihe der gegliederten Thiere das hintere Ende, welches so stark wuchert, dafs es nicht lange vom Gesammtorganismus gehalten wird, besonders wo es diesem an einem hohen Grade der Entwickelung fehlt, sondern selbstständig werdend abfällt. In allen aus dem Eie gekrochenen Wirbelthieren, die nun die Nahrung durch den Mund aufnehmen, wächst der hintere Theil des Leibes stärker, als der vordere. In den Mollusken bleibt auch später das Kopfende im Wachsthum zurück. In den Pflanzen wächst der überirdische Theil stärker, als der unterirdische, und aus jedem Knoten geht die Entwickelung mehr nach oben, als nach unten. Damit stimmt es auch, dafs, wo die Entwickelung nach oben *besonders rasch* vor sich geht, wie in den gröfsern Pilzen, der Wurzeltheil *besonders klein* bleibt.

Diese Bemerkung auf das Ei des Huhnes angewendet, leitet uns zu der Frage, welchen Weg hier der ernährende Stoff nimmt? Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dafs der Keim zuvörderst von unten ernährt wird, denn seine untere Fläche bildet sich nach Art der verdauenden Flächen in den niedern Thieren, und der Kanal, der aus der Centralhöhle, die im Innern des Dotters sich findet, nach der Oberfläche desselben führt, scheint der Weg für den ernährenden Stoff. Von diesem Kanale wird wohl die Bildung des Keimes bedingt, denn er findet sich nie an einer andern Stelle, als an der, wo der Kanal endet. So ist der Keim, wenn dieser Kanal nicht senkrecht auf der Axe, die man durch beide Hagelschnüre ziehen kann, steht, auch nicht in der Mitte des Dotters, sondern an der Stelle, wo jener die Oberfläche erreicht. Ich halte daher den Kanal für die Bahn der ernährenden Flüssigkeit, obgleich er in der That zuweilen an seinem Ausgange verstopft scheint, was jedoch mehr ein Schein seyn mag, der von der Weichheit der umgebenden Theile abhängt. Diejenige Fläche nun, welche dem Dotter abgekehrt ist, oder die obere, bildet sich in der That, wie wir wissen, rascher aus.

d. In der Dimension der Tiefe ist die untere Fläche aufnehmend,

Wenn der eigentliche Embryo auftritt, so mufs seine Peripherie mehr aufnehmend seyn, als seine Mitte, denn vom ganzen, gröfser gewordenen Keime wird Nahrungsstoff aufgenommen, und vielleicht von der Peripherie noch mehr als von der Mitte, da der abgelöste Hügel des Keimlagers jetzt auf dem Ausgange des bezeichneten Kanales wie ein Stöpsel ruht und die Flüssigkeit zwingt, nach aufsen auszuweichen, wodurch sich die Halonen bilden. Doch auch ohne auf dieses fast zufällig scheinende Verhältnifs Rücksicht zu nehmen, ist es klar, dafs, da in einem grofsen Theile der Keimhaut Blut bereitet wird und dieses nach der Gegend hinströmt, wo die Bildung des Embryo begonnen hat, das Blut von der

e. in der Dimension der Fläche die Peripherie,

Peripherie zum Centrum strömt. Es ist nun, wie wir oben zeigten, wirklich rascheres Wachsthum in der Mitte und langsameres in der Peripherie.

f. in der Längendimension noch nicht das Kopfende,

Dafs das Kopfende rascher wächst, als das entgegengesetzte Ende, scheint dieser Analogie zuwider, indem das Kopfende in den Wirbelthieren der aufnehmende Pol ist. Allein während der ersten Bildung ist er es noch nicht. Da nämlich die untere Fläche und die in einen Nabel verschnürte Peripherie aufnehmend sind, so ist die aufnehmende Stelle jetzt nicht im Kopfe, ja sie ist vom Kopfende weiter entfernt, als vom Schwanzende, denn da das vordere Ende sich in jeder Beziehung und auch in Hinsicht der Abschnürung früher bildet, als das hintere, so ist der Nabel, er mag noch weit offen, oder schon ziemlich verengt seyn, immer mehr hinten, als vorn. Weil nun durch ihn die Nahrung eintritt, so ist es mit dem Frühern übereinstimmend, dafs der Kopf rascher wächst. In der That kann man auch, wenn man das Wachsthum in der Längendimension untersucht, nicht behaupten, dafs es das hintere Ende ist, welches sich am langsamsten bildet. Es wächst zwar langsamer, als der Kopf, aber am langsamsten bildet sich der Theil der Längendimension, der dem Nabel entspricht *). Der Kopf bekommt erst allmählig den Character des ingestiven Poles, und da in der zweiten Hälfte des Embryonenlebens die Beckengegend stärker wächst, so möchte ich darin einen Beweis mehr finden, dafs jetzt der Kopf auch thätig als ingestives Ende wirkt und Fruchtwasser verschluckt.

Man wird hier ohne Zweifel einwenden, dafs ich mich im Kreise drehe, wenn ich sage, dafs das Kopfende durch sein rascheres Wachsthum vom Nabel, als der Gegend der Nahrungsaufnahme, entfernt wird, und seine Entfernung von der Gegend der Egestion wieder als Grund seines raschern Wachsthums betrachte. Ich habe dagegen zu bemerken, dafs ich hier, wie überhaupt in dem ganzen Paragraphen, nicht so wohl nach den Gründen der Bildung suche, als nach den Uebereinstimmungen, die uns vorläufig wichtiger sind, als die tiefsten Gründe selbst, indem die letztern schwerlich auf den ersten Anlauf sich vollständig werden erkennen lassen. Auch ist die raschere Vergröfserung des Kopfendes erst dann recht auffallend, wenn die Abschnürung schon bedeutend vorgerückt ist und der Kopf weit über den Nabel hinaus ragt. Allein es kam mir nur darauf an, zu zeigen, wie die Uebereinstimmung, welche überhaupt das vordere Ende des Embryo mit der obern Fläche offenbart (§. 1. *b.* dieses Scholions), sich auch darin bewährt, dafs der Strom der ernährenden Flüssigkeit gegen ihn gerichtet ist.

*) Daher das starke Hervortreten des Bauches.

ist. Dieses Verhältnifs ist ganz offenbar, sobald die Kopfkappe sich gebildet hat, da das eintretende Blut nun die Richtung gegen den Kopf hat. Freilich ist eben die schnellere Entwickelung der Abschnürung am vordern Ende schon ein Beweis, dafs an diesem Ende die Bildung rascher vorschreitet, was wir als einfaches Factum betrachten dürfen, so lange es uns nicht möglich ist, das bestimmende Moment anzugeben, welches dem einen Ende des Embryo die Anlage zur Kopfbildung giebt.

g. Die linke Seite wird aufnehmend.

Später wird die linke Seite des Embryo im Verhältnifs zur rechten die aufnehmende, wie in der Erzählung der Entwickelungsgeschichte ausführlich erörtert ist, und in der That bildet sich nun die rechte Seite etwas rascher.

h. Die aufnehmenden Pole der verschiedenen Dimensionen wechseln in ihrer Herrschaft, und der herrschende nimmt in der Lage zum Dotter die Stelle des früher herrschenden ein.

Mit dieser Metamorphose steht das Drehen des Embryo auf seine linke Seite in Verbindung, welches, wenn ich nicht irre, auf einer andern, einflufsreichen und merkwürdigen Uebereinstimmung beruht, die sich etwa so aussprechen liefse: Der aufnehmende Pol des Embryo strebt immer dasselbe Lagenverhältnifs zum Dotter zu behalten. Zuvörderst ist die ganze untere Fläche des Keimes gleichmäfsig aufnehmend; wenn darauf für den Embryo die Peripherie mehr aufnehmend wird, als die Mitte, so stellt sich diese Peripherie nach unten. Wir haben zwar oben mit Recht das Erheben des Embryo aus der Fläche des Keimes als Erfolg eines rascheren Wachsthums der Mitte gegen die zurückbleibende Peripherie angesehen, allein man mufs gestehen, dafs die fernere Abschnürung, die Bildung des Nabels, etwas mehr ist, als ein Zurückbleiben. Wenn aber in der Peripherie ein Streben auftreten sollte, sich nach unten zu stellen, so könnte dieses Streben keinen andern Erfolg haben, als eine von allen Seiten zugleich wirkende Abschnürung, oder eben das, was wir die Nabelbildung nennen. In dem Verhältnisse der aufnehmenden Seite zum Dotter scheint also der Grund zu liegen, dafs die Bauchhälfte des Thiers sich nicht durch wirkliche Naht, sondern durch Abschnürung schliefst. — Später ist die linke Seite mehr aufnehmend, als die rechte, und indem sich nun der Embryo auf die linke Seite wendet, nimmt dieser Pol blofs die Stelle ein, welche der aufnehmende Pol in andern Dimensionen schon früher eingenommen hatte.

i. Durch das Drehen auf die linke Seite wird die asymmetrische Anordnung des plastischen Apparats erzeugt.

Ich mufs es einem folgenden Abschnitte (Schol. V. §. 3.) überlassen, hervorzuheben, wie es mir wesentlich scheint, dafs alle Bewegung innerhalb des Wirbelthiers eine vorherrschende Richtung nach rechts hat, und wie diese nur realisirt wird durch die asymmetrische Anordnung vom plastischen Theile des Leibes. Der Embryo ist aber völlig symmetrisch, so lange der plastische Theil vom animalischen sich noch nicht gelöst hat. Ja selbst in der ersten Zeit dieser Trennung konnte ich keinen andern Unterschied gewahr werden, als dafs sie auf

der rechten Seite etwas rascher zu erfolgen scheint. Doch ist dieser Unterschied äufserst gering, und ich habe bei Betrachtung der Röhrenbildung der Fundamentalorgane nicht Grund gehabt, ihn zu berücksichtigen. Sobald aber die linke Seite sich als die mehr ingestive offenbart, wird diese Symmetrie aufgehoben, und zwar zuerst im vordersten früher gebildeten Theile des Leibes. Der aufnehmende Theil des Herzens zieht sich nach links, und durch ihn tritt das Blut in der Richtung nach rechts in den Embryo ein. Hierdurch scheint die Ausbeugung vom Mitteltheile des Herzens nach rechts veranlafst. Um diese Zeit ist die Thätigkeit desselben mehr eine aufnehmende. Das Blut wird also nach rechts eingesogen. Sobald aber der mittlere Theil des Herzens durch stärkere Wandung zu einer Herzkammer sich umformt und mehr ausstofsend wirkt, verändert es seine Stellung so, dafs der Erfolg ein Fortstofsen des Blutes nach rechts ist. Die Spitze der Herzkammer nämlich bewegt sich in einem Bogen nach hinten und links. Ueberhaupt scheint mir die allmählig immer mehr auftretende Asymmetrie darauf zu beruhen, dafs alle bewegenden Kräfte mehr nach rechts als nach links wirken, worüber ich auf den angeführten ausführlichen §. 3. *g.* des Schol. V. verweise. Die Magenwölbung stellt sich nach links, um nach rechts fortzustofsen, die Leber nach rechts, weil die Pfortader hierher drängt. Die Milz wandert aus der Mitte nach links und begründet schon durch diese Lagenveränderung die Vermuthung, dafs ihre Verrichtung vorzüglich eine fortbewegende ist. So ist also das Auftreten der Asymmetrie im plastischen Theile nur eine Fortbildung vom Drehen auf die linke Seite, das wir im ganzen Embryo bemerken, und scheint mit ihm abhängig vom Vorherrschen der Ingestion auf der linken Seite des ganzen Keimes.

k. Das Zusammenkrümmen des Embryo von ähnlichen Erscheinungen in der Bildung innerer Theile begleitet.

Wir wissen ferner, dafs der Embryo sich allmählig stark zusammenkrümmt, so dafs das vorderste Ende nach hinten, das hintere nach vorn gerichtet wird. Auch dieses Verhältnifs scheint sich in den Fundamentalorganen, und zwar in allen zu wiederholen, nicht nur indem sie die Krümmung theilen, was an sich nothwendig ist, sondern indem alle isolirten Bildungen oder Hervorstülpungen aus der vordern Hälfte der Fundamentalorgane am stärksten nach hinten, und alle Bildungen aus der hintern Hälfte am stärksten nach vorn sich verlängern. So wachsen die Hemisphären nach hinten und überdecken die Zelle der dritten Hirnhöhle; die Lungen, der Magen verlängern sich nach hinten. Die Blinddärme, der Harnsack, der Fabricius'sche Beutel, aus der hintern Hälfte stammend, verlängern sich nach vorn.

l. Alle Verschiedenheiten der

Ich zweifle nicht, dafs sich noch mehr Analogien zwischen Umbildungen der Fundamentalorgane und des ganzen Embryo, so wie zwischen den einzelnen

Bildungen aus den Fundamentalorganen nachweisen liefsen. Ist doch die ursprüngliche Uebereinstimmung der Extremitäten so grofs, dafs man sie völlig gleich nennen kann, und ich habe schon in der Bildungsgeschichte des Hühnchens erzählt, wie aus der gleichen Grundgestalt die Verschiedenheit sich allmählig hervorbildet und wie eine übereinstimmende Umänderung auch im Rückenmarke sich offenbart. Aber auch zwischen wenigen gleichen Bildungen, wie zwischen den einzelnen Abtheilungen des Hirnes und des Herzens u. s. w., lassen sich die ursprünglichen Uebereinstimmungen ahnen, doch enthalte ich mich sie weiter zu verfolgen, da offenbar die Analogien viel sicherer und zahlreicher aufzufinden seyn werden, wenn mehr Thierformen in den Einzelheiten ihrer Entwickelung verfolgt seyn werden.

einzelnen Theile sind ursprünglich geringer.

Unbemerkt darf ich aber nicht lassen, dafs ich, um die Bildung des Embryo in ihrer Einfachheit besser zu erkennen, zuvörderst nur die Formung der Fundamentalorgane und ihrer unmittelbaren Sonderung in heterogene Abschnitte betrachtet habe. Auf solche Bildungen nur sind die im §. 2. *e.* erläuterten ursprünglichen Bildungsbogen zu beziehen. Es giebt aber noch eine andere Reihe von Bildungen, welche aus einem Fundamentalorgane in das andere hinein und zum Theil durch dasselbe dringen. Sie beziehen sich alle darauf, die innern Fundamentalorgane mit der Aufsenwelt in unmittelbare Wechselwirkung zu bringen. Dahin gehören die höheren Sinnesorgane, welche aus der Nervenröhre in die Rückenröhre der Fleischschicht treten, bis sie entweder die Hautschicht erreichen, oder von ihr erreicht werden. Sie bilden keine offenen durchbohrenden Kanäle, da die Hautschicht selbst die Fähigkeit hat, die sensibeln Einwirkungen der Aufsenwelt aufzunehmen. Sie wachsen daher nur bis an die Haut, oder es wächst ihnen die Haut entgegen. Anders ist es mit den entsprechenden Hervorbildungen der Schleimhautröhre. Diese sind durchbohrend und erzeugen den Mund, den After und die Kiemenspalten, die letzteren als seitliche Durchbohrungen der Bauchplatten, die ersteren als mittlere Durchbohrungen derselben in der Nähe der Endgrenzen zwischen Rücken- und Bauchplatten. Da diese Bildungen nicht innerhalb der Fundamentalorgane bleiben, so folgen sie *durch-*

m. Durchbohrende Bildungen aus einem Fundamentalorgane in das andere.

*) Erregen doch die Frösche, deren Entwickelung ich nächst der Bildungsgeschichte der Vögel am genauesten kenne, schon darin Bedenken, dafs der gemeinschaftliche Ausgang ihrer beiden Kiemenhöhlen in späterer Zeit nach links liegt. Es beruht aber wohl dieses Verhältnifs auf der stärkern Entwickelung der rechten Seite und ist schon in so fern der Bildung der Vögel analog, und es bleibt noch zu bestimmen, ob wirklich das geathmete Wasser hier nur ausströmt. Später wenigstens, wenn die Lungen sich bilden, geht die Luft mehr nach rechts, als nach links.

bohrenden Bildungsbogen, wie wir diese in *Fig.* 5. der *Taf. III.* mit den Pfeilen *x, y* angedeutet haben. Von ihnen gilt nicht die Regel, dafs die vordern nach hinten und die hintern nach vorn sich entwickeln (vergl. *k.* dieses §.). Aber das allgemeinere Gesetz, von der Centrallinie nach der Schlufslinie fortzurücken, scheint auch auf sie einzuwirken, wenn auch wegen der ursprünglichen Richtung dieser Bildungsbogen etwas schwächer, denn die Augen rücken offenbar von der Axe aus mehr nach der Rückenfläche zu, in schwächerem Mafse auch die Ohren, deren Bildungsbogen schon ursprünglich mehr horizontal ist.

n. Verbindungen zwischen beiden Hauptröhren.

Eine Ausnahme von diesem allgemeinen Einflufs der ursprünglichen Bildungsbogen machen vielleicht die wenigen Bildungen, welche beide Hauptröhren (Schol. IV. §. 2. *a.*) mit einander verbinden, wie die Eustachische Röhre, der Thränenapparat, die Schwimmblase einiger Fische und einige Luftsäcke der Vögel. Diese scheinen in der That aus einer Hauptröhre in die andere überzugehen. Doch ist ihre Bildungsgeschichte sehr dunkel, und es bleibt für die Untersuchung noch eine schöne Aufgabe, zu bestimmen, in welchem Verhältnifs ihre Entwickelung zu den ursprünglichen Bildungsbogen steht.

o. Histologische Sonderung.

Ueber die histologische Sonderung habe ich noch weniger zu sagen. Ihre Wirksamkeit ist fast nur in den Resultaten zu beobachten. Schon oben (§. 2. *d.*) bemerkte ich, dafs sie in den doppelröhrigen Fundamentalorganen am stärksten auftritt. Ich habe dort auch bei Gelegenheit der Sonderung in Schichten der Trennung in Knochen und Muskeln erwähnt, glaube jedoch, dafs sie mehr eine histologische Sonderung ist, was wenigstens für die in Sehnen enthaltenen Knochen vieler Fische deutlich ist, und auch für die Knochen der Extremitäten. In höheren Thieren nehmen freilich die Knochen des Stammes eine solche Lage an, dafs sie fast eine innere Schicht für die Muskeln bilden, indessen sprechen schon die Fortsätze für eine histologische Sonderung. Die Knochenbildung scheint mir daher eine histologische Sonderung, die nur in der äufsern Form sich an die primäre Sonderung anschliefst.

Dafs die Nerven mit Ausschlufs der Sinnesnerven sich durch histologische Sonderung aus der Fleischschicht bilden, obgleich die letztern Hervorstülpungen aus der Nervenröhre sind, wird wohl schon aus der Ansicht unsrer *Fig.* 5. *Taf. III.* anschaulich. Wüchsen sie, wie Serres glaubt, von der Peripherie zum Centrum fort, um endlich das Rückenmark zu erreichen, so würde diese Entwickelung gegen alle Analogie seyn. Wahrscheinlich treten sie in ihrer ganzen Länge auf, wenn die histologische Sonderung weit genug vorgerückt ist, um ihnen Daseyn zu geben. Dafs hierüber die Beobachtung selbst nicht entscheiden läfst, ist schon in der Entwickelungsgeschichte des Hühnchens ausführ-

lich besprochen. Für das plastische Nervensystem ist die Bildung durch histologische Sonderung noch weniger zu bezweifeln.

Ich breche hier ab, weil ich nicht weifs, was sonst die histologische Sonderung der Wirbelthiere auszeichnete, und schon die zuletzt angeführten Verhältnisse sind ihnen nur in so fern eigenthümlich, als in andern Thieren das ganze Nervensystem diesen Ursprung zu haben scheint, in den Wirbelthieren nur der peripherische Theil.

* * *

Corollarium über den Bau und die Entwickelung der Extremitäten der Wirbelthiere.

a. Bau der Extremitäten.

Es ist im Verlaufe der Betrachtungen dieses Scholions die Ausbildung der Extremitäten fast völlig unberücksichtigt geblieben, um die Rumpf- und Kopfbildung der Wirbelthiere in ihrer ganzen Einfachheit aufzufassen. Das Schema, das wir mit einer 8 verglichen haben, kann offenbar nur für die Bildung des Leibes (mit Einschlufs des Kopfes) gelten, nicht für die Bildung der Gliedmaafsen. Die Entwickelungsnorm dieser letztern soll nun hier in einem besondern Anhange ins Auge gefafst werden, da wir dieselbe später bei Vergleichung der Hauptunterschiede in der Ausbildung der Thiere anwenden werden. Wir müssen aber, um den Fortgang der Entwickelung zu erkennen, vorher einige Blicke auf die allgemeinen Organisationsverhältnisse in den Extremitäten der Wirbelthiere werfen.

Untersuchen wir den Typus, nach welchem diese Extremitäten gebildet sind, so finden wir zuvörderst einen innern knöchernen Stamm, umgeben von einer Lage Muskeln, die wieder von der Haut umhüllt werden und beide versehen mit Nerven und Blutgefäfsen. Der knöcherne Stamm ist in mehrere Glieder getheilt, und darnach gliedert sich die ganze Extremität. Diese ist aber entweder ausgebildet, oder verkümmert, in welchem Falle sie ihre Aufgabe, der Ortsbewegung des Thiers zu dienen, nicht erfüllt. Solche in der Entwickelung verkümmerte Extremitäten sind z. B. die Extremitäten der Schlangen.

b. Eine Form derselben ist zweigliedrig.

Wenden wir uns nun an die Form der ausgebildeten Extremitäten, und zwar zuvörderst nur der Extremitäten für den Rumpf, ohne Rücksicht auf ihre Nachbildungen im Kopfe, so finden wir in ihnen 2 oder 4 Hauptglieder. In denjenigen Thieren nämlich, die, wie die Fische und Cetaceen, sich stets in einem flüssigen Elemente aufhalten, welches die Last des Körpers trägt, sehen wir innerhalb der Extremitäten nur *Ein* wahres Gelenk, und zwar an der Stelle, wo

die Extremität aus dem Umfange des Rumpfes hervortritt. Gelenke aber bestimmen die Gliederung des Leibes, denn nach ihnen formen sich die Muskeln. Wenn auch ein solches Glied aus mehreren trennbaren Knochen besteht, so hat doch diese Trennung auf die übrige Organisation wenig Einfluſs und scheint ihren Grund mehr in einer nicht ganz aufgehobenen Analogie mit andern Formen zu haben. Ich stehe daher nicht an, die Flosse der Cetaceen und der Fische für *Ein* Hauptglied anzusehen, obgleich in der erstern sich Knochen finden, die unläugbar mit den Oberarm- und Unterarmknochen der Landthiere übereinstimmen, in den Fischen aber Knochen, welchen diese Bedeutung zugeschrieben werden kann, innerhalb der Flosse sich nicht finden, sondern jenseit des Gelenkes in dem Theile, der mit dem Rumpfe verbunden ist. Das eine dicht an den Rumpf angeschlossene und der äuſsern Ansicht versteckte Glied nenne ich das *Rumpfglied* oder *Wurzelglied*, das andere hervorragende, in Ermangelung eines bessern Ausdruckes, das *Endglied.* Das letztere ist immer bestimmt, unmittelbar auf dasjenige Element der Auſsenwelt einzuwirken, auf oder in welchem das Thier sich bewegen soll. So hat es in dieser ersten Form der Extremität mehrere Knochenreihen, die durch eine feste Haut zu einem breiten Ruder verbunden sind, um gegen Wasser zu stoſsen. In solcher Form heiſst es *Flosse.*

c. Eine andre Form ist viergliedrig.

In denjenigen Wirbelthieren, die sich auf dem festen Boden bewegen und wo der Leib getragen werden muſs, um fortbewegt zu werden, treten noch zwei *Mittelglieder* auf. Das Rumpfglied nämlich bleibt immer an den Rumpf angeschlossen, das Endglied liegt zum Theil oder ganz auf dem Boden, und die Mittelglieder tragen das Rumpfglied und mit ihm den Rumpf.

d. Endglied.

Die *Endglieder* bestehen für die Bewegung auf festem Boden aus getrennten Knochenreihen. In jeder Knochenreihe sind wieder untergeordnete Gelenke, so daſs dieses Glied in mehrere Hebelreihen sich theilt. Oft wird nur ein kleiner Theil dieser Hebel, die vordersten Glieder nämlich, auf den Boden aufgesetzt, dennoch sind auſserdem jene zwei Mittelglieder da. Ein solches in Hebelreihen getrenntes Glied heiſst nun *Hand* oder *Fuſs,* je nachdem eine Hebelreihe der andern entgegengesetzt werden kann, oder nicht. — Für die Bewegung in der Luft, welche zu dünn ist, um den Rumpf zu tragen, fehlen die Mittelglieder ebenfalls nicht, da der Stoſs gegen diese Flüssigkeit nicht bloſs nach hinten, sondern auch nach unten ausgeführt werden muſs. Getrennte Hebel finden aber nicht gehörigen Widerstand. Für die Luft ist daher das Endglied wieder zu einer Fläche ausgebildet, allein die Knochen sind verkümmert, entweder nur verdünnt (Fledermäuse), oder zugleich verkürzt (Vögel), und die Haut mit oder ohne ein-

gesetzte Theile (Federn) bildet die Fläche, welche immer zusammengelegt werden kann. Ein solches Endglied nennen wir einen *Flügel.*

Man wird, ohne dafs ich nöthig habe, weiter in den Bau des Endgliedes einzugehen, zugeben, dafs der Bau desselben ganz besonders von der Beschaffenheit des Elementes bedingt wird, auf welches es zu wirken hat, um eine Ortsbewegung hervorzubringen, dafs seine Gestaltung also von der Aufsenwelt bedingt ist. Nur so viel wollen wir für die spätere Benutzung bemerken, dafs je entschiedener die Beziehung ist, die das Endglied zu einem flüssigen Elemente hat, um so mehr seine Spitze nach hinten gerichtet ist. Man denke an die Flossen der Fische, Cetaceen, die Flügel der Fledermäuse und Vögel, die Füfse der Seehunde. Bei der Bestimmung, auf einen festen Boden zu wirken, ist die Spitze der Extremität bei höherer Ausbildung nach vorn gerichtet *), bei geringer Ausbildung, wenn der Leib wenig getragen wird, nach aufsen, wie mehr oder weniger in den Reptilien. Wegen der unmittelbaren Beziehung dieses Theiles zur Aufsenwelt hätte ich ihm gern einen allgemeinen Namen gegeben, der dieses Verhältnifs ausspräche, konnte aber keinen finden, der nicht durch seine Länge unanwendbar geworden wäre. Deswegen müssen wir bei dem Ausdrucke „*Endglied*" stehen bleiben.

Das Endglied ist also überhaupt (wenn wir auf beide Hauptformen der Extremität Rücksicht nehmen), nach dem Einflusse des Aufenthaltsortes, Flosse, Flügel, Fufs oder Hand, und zerfällt in allen Formen wieder in untergeordnete Theile, in eine Wurzel (Hand und Fufswurzel), eine Mitte (Mittelhand und Mittelfufs), und die Enden (Finger und Zehen). Diese untergeordneten Glieder sind bald gar nicht durch Gelenke getrennt, also unentwickelt, bald durch unvollständige oder vollständige Gelenke gesondert.

e. Rumpfglied.

Das *Rumpfglied* (Schulter und Becken), obgleich es mit dem Endgliede nicht im Widerspruch stehen kann, scheint doch zunächst vom Bau des Leibes abhängig. Zuvörderst wird seine Stelle durch den Leib bestimmt. Die gewöhnlichste Anlagerung ist die am Anfange und am Ende des Rumpfes, weshalb man die Extremitäten Brust- und Bauchgliedmaafsen genannt hat. In den Fischen steht aber das Paar der Bauchgliedmaafsen in der gröfsern Zahl von Arten vor oder unter den Brustgliedmaafsen, und auch in den sogenannten Bauchflossern liegt es doch stets vor dem hintern Ende der Rumpfhöhle, und nicht selten fehlt es ganz.

*) Die Richtung nach vorn konnte in unsrer *Fig.* 7. nicht dargestellt werden, da sie eine Durchschnittsfigur ist. Ich habe das Endglied deshalb grade nach unten gerichtet dargestellt, wie es im gröfsten Theile seiner Länge in den Thieren steht, die ihren Leib hoch tragen.

Vergleichen wir nun den Bau der Fische in Bezug auf Ortsbewegung mit dem Bau der andern Wirbelthiere, so fällt uns als Hauptunterschied auf, dafs die Fische sich vorzüglich durch plötzliche Krümmung des hintern Theiles vom Körper fortbewegen. Darauf bezieht sich die fast allgemeine seitliche Applattung und die Vergröfserung der Mittelebene durch Rückenflosse, Afterflosse und Schwanzflosse. Bei dieser Bewegungsart ist daher der vordere Theil des Leibes der relativ feste Punkt der Bewegung. In denjenigen Thieren also, in welchen der feste Punkt der Bewegung an das vordere Ende des Leibes fällt, sind die Bauchgliedmaafsen nicht am hintern Ende des Rumpfes, sondern weiter nach vorn gelagert. Dafs dieses Verhältnifs in der That die Lagerung bestimmt, sieht man daraus, dafs die Bauchflossen im Allgemeinen weiter nach vorn liegen 1) in denjenigen Fischen, deren Schwanz sehr lang, und 2) in denjenigen, die einen sehr grofsen Kopf haben, wo also der feste Punkt der Bewegung weit nach vorn liegt. Man kann nach dieser Ansicht mit ziemlicher Sicherheit die Stelle der Bauchflossen bestimmen, wenn man die Form eines Fisches und die Stelle des Afters (zur Bezeichnung der Länge des Schwanzes) auf eine Tafel zeichnet. Ist z. B. der Leib am höchsten in der Gegend der Brustflosse, so dafs bei der Krümmung des Leibes diese Gegend den relativ festen Punkt abgiebt, so liegt die Bauchflosse grade unter der Brustflosse. Ist der Kopf nicht sehr grofs, die Bauchhöhle aber nicht kurz, und der Leib von ziemlich gleicher Höhe oder in der Mitte am höchsten, so liegt die Bauchflosse hinter der Brustflosse. Auch auf die Anlagerung der Brustflosse hat der feste Punkt der Bewegung Einflufs; denn, lassen wir zuvörderst diejenigen Knorpelfische unberücksichtigt, welchen eine besondere Entwickelung des Halses zukommt, wodurch die Brustflossen vom Kopfe entfernt werden, so finden wir das Wurzelglied der Brustflosse um so inniger mit dem Kopfe verbunden, je gröfser dieser ist. Ist er klein, wie im Aal, und der Leib dabei lang, so steht das Wurzelglied der Brustflosse bedeutend nach hinten vom Kopfe ab. In der Gattung *Petromyzon* fällt der feste Punkt der Bewegung ganz nach vorn in die Mundöffnung selbst, da sie sich mit dem Maule festzusaugen pflegt und den ganzen Leib auf diesem vordersten Ende hin und her schwingt. Hier fehlt nun die Brustflosse ganz, was uns daher zu rühren scheint, dafs sie das Bestreben hat, in das vorderste Ende zu rücken und gleichsam in den Kiefern mit enthalten ist *).

Diefs mufste vorangeschickt werden, um bei der Bestimmung der allgemeinen Form der Wurzelglieder in Anwendung zu kommen. Der knöcherne Theil jedes Wurzelgliederpaares scheint mir ein Ring zu seyn, der (immer ohne Rück-
sicht

*) Derselbe Grund kann freilich nicht in allen Kahlbäuchen das Fehlen der Bauchflosse erklären

sicht auf die Schildkröte) beide Hauptröhren des Leibes der Wirbelthiere, oder, was damit zusammenhängt, beide knöcherne Ringe des Rumpfskelettes einschliefst. Die *Fig.* 7. auf *Taf.* III. soll dieses Verhältnifs versinnlichen, *de, ed* bilden zusammen einen Ring, welcher beide Ringe des Rumpfskelettes umschliefst. Denken wir zuvörderst nur an das Wurzelglied der Brustextremität, so werden wir die Abbildung ohne Widerrede ganz entsprechend finden. Ein *oberes Schlufsstück* (Schulterblatt) *Fig.* 7. *d* entspricht mit seinem obern Rande den Dornfortsätzen. In den Knochenfischen heftet es sich unmittelbar an die Schädeldecke, d. h. an die ausgebreiteten Dornfortsätze der Schädelwirbel an, in mehreren Rochen heften sich die obern Schlufsstücke der Wurzelglieder an die Dornfortsätze der Wirbelsäule, ja in Torpedo sogar unter sich die Wirbelsäule einschliefsend. In den Lungenthieren ist es zwar mit den Dornfortsätzen der Wirbel nicht verwachsen, aber ihnen genähert, durch einen Muskel angeheftet und es bedeckt wenigstens die obern Wirbelbogen, so dafs es verlängert die Dornfortsätze erreichen würde. Es ist also nach oben der Ring nur nicht völlig geschlossen. Nach unten geht ein anderes Schlufsstück (Schlüsselbein), welches in der Regel doppelt ist, nicht selten aber auch völlig fehlt und die Schlufslinie der untern Hauptröhre erreicht.

Die Muskeln, die dem Rumpfgliede der Extremität angehören, sind viel weiter ausgedehnt, als der schmale Knochenring, und bilden eine Lage über den Muskeln des Rumpfes. Muskeln und Knochen machen aber ursprünglich eine indifferente Masse aus, und so weit ein Muskel reicht, so weit reicht (man erlaube mir den Ausdruck) die Beziehung des Knochens. Gesetzt nun, dieselbe Grundgestalt, welche für die Brustextremität in die Augen springend ist, gälte auch für die Bauchextremität, so würden die Rumpfglieder der Extremitäten eine dritte wenn auch weniger vollständige Röhre bilden, welche die beiden Röhren der Fleischschicht (die Rücken- und Bauchröhre) umgiebt.

Hier nun müssen wir den Einwand aufnehmen, dafs vielleicht die Bauchextremität der angenommenen Grundform gar nicht entspricht. Man betrachtet häufig die Rumpfglieder (ja die ganze Extremität) nur als Wiederholung der Rippen, in welchem Falle unsre oben ausgesprochene Ansicht ganz irrig wäre. Man hat dabei wohl vorzüglich das Becken im Auge. Dieses umgiebt in der That in den meisten Landthieren die Bauchhöhle unmittelbar und scheint daher in der Bedeutung von verwachsenen Rippen zu stehen. Dazu kommt noch, dafs das Becken ziemlich oft nach oben gar nicht, oder nicht viel über die Queerfortsätze der Beckenwirbel hervorragt. Der Schultertheil der vordern Extremität und das Becken der hintern Extremität sind aber unbezweifelt Modificationen derselben Grund-

form. Wenn nun das Becken nur eine Wiederholung der Rippen ist, so müfste diefs auch für die Schulter gelten.

Wir geben vor allen Dingen zu, dafs die Schulter oder der Knochengürtel des Rumpfgliedes der vordern Extremität, und das Becken oder der Knochengürtel des Rumpfgliedes der hintern Extremität nach derselben Grundgestalt gebildet sind. Dieser Satz ist so allgemein anerkannt, dafs er keines Beweises bedarf. Wir erinnern nur, wie übereinstimmend beide Theile in den kriechenden Amphibien sind, und dafs sie ihre gröfste Verschiedenheit in den Fischen, in den Vögeln und einigen Säugethieren zeigen.

Nun liegt aber die Schulter immer nach aufsen von den untern Knochenbogen des Rumpfes, nie innerhalb der Knochenröhre (wenn wir diese Knochenbogen nämlich durch die verbindende Knochenhaut als zusammenhängend uns denken), das Becken nimmt zwar häufig Theil an dieser Röhre, aber doch nicht immer. In den Fischen ist sehr häufig der obere Theil des Beckens gar nicht ausgebildet. Wo er sich findet, bedeckt er die Knochenringe des Rumpfes. So sehen wir ihn in denjenigen Rochen und Haien, wo er länger ist, mit seinem obern Ende sich über die Wirbelkörper erheben. In diesen Fischen sind freilich die Rippen wenig ausgebildet. In einigen Knochenfischen; wie in *Gasterosteus aculeatus* und *Exocetus volitans* *), sieht man ihn aber deutlich auf den Rippen aufliegen. Wir können daraus schliefsen, dafs, wenn er in höhern Thieren, wo seine Stelle bestimmt am hintern Ende des Rumpfes ist, keine Rippen bedeckt, der Grund darin liegt, dafs die Rippenbildung in allen Thieren, wie selbst die Fische zeigen, am hintern Ende des Rumpfes erlischt.

In den drei obern Thierklassen legt sich der Beckengürtel an einen Theil der Wirbelsäule (die Beckenwirbel) an und scheint dadurch wesentlich vom Schultergürtel verschieden. Wenn wir nun glauben, dafs eine solche Anlagerung schon eine Umbildung aus einer allgemeinern Grundform ist, der dieses Verhältnifs nicht zukommt, so mufs nachgewiesen werden, wodurch sie begründet wird.

Ich glaube zwei Einflüsse zu erkennen, welche diese Anordnung bewirken. Den ersten spricht der oben aufgefundene Satz aus, dafs *je mehr der feste Punkt der Bewegung in die Gegend fällt, welche einer Extremität ihrem ursprünglichen Character nach angehört, um so mehr diese Extremität mit der Wirbelsäule verbunden ist.* In höhern Thieren fällt aber der feste Punkt der Bewegung in das hintere Ende des Rumpfes. Das Bedingende dieses Verhältnisses ist tief in der Organisation begründet. Am auffallendsten scheint es mit der Bildung des Cen-

---

*) Wie ich, aufmerksam gemacht durch Meckel's *vergleichende Anatomie*, *Bd.* II. S. 308., sehe.

traltheiles vom Nervensystem übereinzustimmen, denn wir finden, daſs je mehr das Hirn das Rückenmark beherrscht, um so mehr im Allgemeinen der feste Punkt der Bewegung in dem entgegengesetzten Ende des Rumpfes fixirt ist. Wird nun aber aus irgend einem Grunde der feste Punkt der Bewegung in die Beckengegend versetzt, so muſs nach unserm aufgefundenen Satze die dahin gehörige Extremität eine festere Anheftung gewinnen. In der That finden wir, daſs in den Amphibien, wo dieser feste Punkt weniger bestimmt am hintern Ende, überhaupt weniger fixirt ist, die Anheftung nur lose bleibt. Man denke an Salamander, Schildkröten, Chamäleonen und andre Eidechsen. In den springenden Fröschen ist natürlich die Anheftung stärker. Am stärksten ist sie aber in den Vögeln, wo im Alter nicht selten eine wirkliche Verwachsung ist.

Ein zweiter Grund für die Besonderheit der hintern Extremität scheint mir darin zu liegen, daſs sie die hintere ist. Eine Verschiedenheit in Bezug auf die Bewegung geht nämlich für beide Extremitäten schon aus den ihnen ursprünglich zukommenden Stellen hervor, im Verhältniſs zu der Richtung der Bewegung. Der Wille des Thiers richtet die Bewegung nach vorn, und vorn ist für das Thier eben nichts als die Gegend, nach welcher sein Wille die Bewegung richtet. Nun ist aber die eine Extremität vor dem Rumpfe, die andere hinter dem Rumpfe befestigt. Die vordere Extremität hat daher die Aufgabe, den Rumpf, den wir uns als Last im Schwerpunkte concentrirt denken können, zu ziehen, oder in mehr aufrechter Stellung, ihn zu heben, die hinter dem Schwerpunkt liegende, ihn zu schieben und in aufrechter Stellung, (also auch im Sprunge) zu stützen und zu tragen. Daſs beide Extremitäten in Beziehung auf den Schwerpunkt des Leibes ein entgegengesetztes Verhältniſs haben, scheint schon dargestellt durch die Lagerung der Wurzelglieder. Das vordere bildet einen Gürtel, der (mit Ausnahme der Fische) schief von hinten nach vorn niedersteigt, das hintere steigt in entgegengesetzter Richtung von vorn nach hinten nieder *). Aus diesem ursprünglichen Unterschiede scheint es mir hervorzugehen, daſs die hintere Extremität, wenn sie sich an das Rumpfskelet anlegt, ihre Anlagerung an dem Stamme der Wirbelsäule, der Stütze des ganzen Leibes sucht. Nur dadurch kann sie selbst wieder die Stütze des Leibes werden. Diese Anlagerung erfolgt aber nicht ganz unmittelbar am Stamme, indem der Beckengürtel seiner ursprünglichen Form nach nicht eine Entwickelung aus dem Stamme der Wirbelsäule und noch weniger aus dessen unterer Hälfte ist, sondern dadurch, daſs ihr der Stamm der Wir-

*) Hieraus schon ist es ersichtlich, daſs die Rumpfglieder der Extremitäten nicht einem einzelnen Ringe des Leibes entsprechen, sondern mehreren.

belsäule in Form von Queerfortsätzen entgegenwächst, und diese Queerfortsätze sind nicht wie die meisten Queerfortsätze höherer Thiere aus dem obern Bogen kommend, sondern sie gehen ganz horizontal und unmittelbar von den Körpern ab *).

An die Queerfortsätze der hintersten Rumpfwirbel angelagert *nimmt allerdings das Becken auch die Natur der Rippen an,* und zwar um so mehr, da die ursprünglichen Rippen hier fehlen. Dafs aber die Beckenknochen auch dann nicht auf die Bedeutung der Rippen sich beschränken, sieht man 1) daraus, dafs die Muskeln, welche von den Beckenknochen zum Oberschenkel gehen, offenbar den Muskeln entsprechen, die vom Schulterblatte zum Oberarm herabsteigen und das Schulterblatt doch ein auf der Rippe aufliegender Theil ist; 2) daraus, dafs die Beckenknochen meistens über die Queerfortsätze hervorragen. Am augenscheinlichsten ist dieses Hervorragen wohl an den Beckenknochen der Vögel. Ihr oberer Rand erreicht die Dornfortsätze der Beckenwirbel und ist oft mit ihnen verwachsen. Es ist auch in den meisten Säugethieren und dem Menschen unverkennbar, wenn es auch weniger deutlich ist, dafs der Ring des Beckenknochens über den untern Ring des Rumpfskelettes nach oben hinüber ragt.

Nach allem diesem glaube ich als allgemeines Resultat aussprechen zu dürfen: Die *Rumpfglieder der Extremitäten bilden eine Hülle um beide Hauptröhren des Rumpfes, welche in der Mitte des Rumpfes mehr oder weniger unterbrochen ist, am vordern oder hintern Ende aber sich concentrirt. Jede Extremität ist um so enger mit der Wirbelsäule verbunden, je mehr der feste Punkt der Bewegung in der Gegend fixirt ist, wo die Extremität hingehört. Ist die Gegend, an welche nach dem allgemeinen Typus eine Extremität sich lagern sollte, sehr beweglich, so entwickelt sich die letztere gar nicht, oder rückt von dieser Stelle weg, der Gegend des festen Punktes zu. Aus der Stellung im Verhältnifs zum Rumpfe geht es aber hervor, dafs die hintere Extremität die Aufgabe hat, den Rumpf zu schieben und zu stützen, die vordere, ihn zu ziehen und zu heben* **). *Deshalb liegt in der erstern die Neigung an Queerfortsätze, in der letztern, sich an die der Bewe-*

*) Was wir Queerfortsätze nennen, ist überhaupt wohl nicht immer dasselbe, was ich hier aber nicht weiter verfolgen mag. Nur bitte ich, wo in diesem Buche von untern Bogen der Wirbel in den Wirbelthieren die Rede ist, nicht alles, was Queerfortsatz heifst, darunter zu begreifen. Die meisten Queerfortsätze höherer Thiere stehen zwischen Bauch- und Rückenröhre in der Mitte.

**) Eben aus diesem Verhältnisse scheint es hervorzugehen, dafs die vordere Extremität mehr Anlage entwickelt, auf Flüssigkeiten zu wirken. Sie ist gewöhnlich die stärkere Flosse und sie allein wird zu einem Flügel, da ein Thier nicht durch die Luft gestofsen, aber wohl durch dieselbe gezogen und gehoben werden kann.

gung dienenden Dornfortsätze zu befestigen. Die erstere erhält durch diese Befestigung zugleich eine Verwandtschaft mit den Rippen.

f. Mittelglieder.

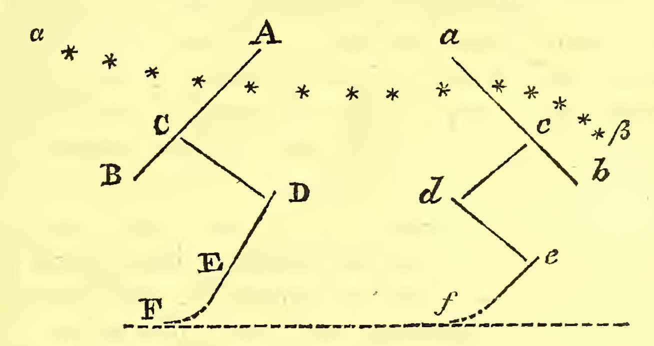
Ueber die *Mittelglieder* nur wenig! Sie sind doppelt, ein *oberes* (Oberarm und Oberschenkel) und ein *unteres* (Unterarm und Unterschenkel). Zwischen beiden ist ein Gelenk (Ellenbogen und Knie), das ich *Mittelgelenk* nenne. Das Gelenk, welches das untere Mittelglied mit dem Endgliede verbindet (Handgelenk und Fufsgelenk), mag *Endgelenk* heifsen. — Das obere Mittelglied wird immer nur aus einem Knochen gebildet, das untere Mittelglied meistens aus zweien, so dafs das Verhältnifs vom obern und untern Schlufsstücke des Wurzelgliedes sich vielleicht in den Mittelgliedern wiederholt. Doch lassen wir das ganz dahin gestellt seyn, und bemerken nur, dafs in der That im Allgemeinen von den beiden Knochen in dem untern Mittelgliede in denjenigen Thieren der eine um so mehr schwindet, je unvollständiger der untere Schlufs des Rumpfgliedes, besonders in der Brustextremität in Hinsicht seiner Knochentheile ist. — Es kommt uns nur darauf an, zu zeigen, dafs der Bau der Mittelglieder von den Rumpfgliedern und den Endgliedern zugleich bedingt werde. Sind die Endglieder mit ihren Spitzen nach aufsen gekehrt, so sind sie mit beiden Knochen des untern Mittelgliedes eingelenkt. Können sie in der Lage bedeutend wechseln, so sind sie vorzüglich an Einem Knochen eingelenkt, und dieser hat die Fähigkeit, sich um den andern zu drehen, welcher enger mit dem obern Mittelgliede verbunden ist. Sind sie immer nur vorwärts gerichtet, so bilden sie nur mit einem Knochen das Endgelenk, der andre ist entweder nicht entwickelt, oder liegt nur am Gelenke an. Wenn nun aber die Richtung des Endgliedes von dem Elemente bedingt wird, auf welches es wirken soll, so scheint hiernach wieder das Endglied bestimmend auf die Bildung des Mittelgliedes, besonders des untern Mittelgliedes einzuwirken. — Der Einflufs des Rumpfgliedes scheint mir auch offenbar. Im Allgemeinen ist die Richtung des obern Mittelgliedes der Richtung des Rumpfgliedes (in seinem Knochentheile betrachtet) entgegengesetzt, und zwar scheint es, dafs je mehr das vordere Rumpfglied von hinten nach vorn gerichtet ist, um so mehr sein oberes Mittelglied die Richtung von vorn nach hinten hat, und je mehr das hintere Wurzelglied von vorn nach hinten steigt, um so mehr sein oberes Mittelglied von hinten nach vorn herabsteigt, als wollten die obern Mittelglieder sich dem Schwerpunkte nähern, nachdem die Wurzelglieder sich mit ihren untern Enden von demselben abgekehrt haben. Dadurch werden die Mittelgelenke mit ihren Streckseiten einander zugekehrt, wie die weiter unten eingedruckte Figur anschaulich macht. Wo die Wurzelglieder mehr senkrecht herabsteigen, ist das Mittelgelenk mehr nach aufsen gerichtet, wie besonders die Amphibien zeigen, deren tief herabhän-

gender Leib vom auswärts stehenden Ellenbogen und Knie abzuhängen scheint *). Die Verschiedenheit in der Richtung der Mittelgelenke und ihre Uebereinstimmung mit den Wurzelgliedern ist recht auffallend im Frosche. — Das untere Mittelglied hat eine dem obern Mittelgliede entgegengesetzte Richtung. Die Folge (oder vielleicht der Grund) davon ist, dafs das Endgelenk unter dem Wurzelgelenke steht, das Mittelgelenk mag nach aufsen gerichtet seyn, oder nach dem Schwerpunkte zu, d. h. in der vordern Extremität nach hinten, in der hintern nach vorn. In den Endgelenken erscheint eine wesentliche Verschiedenheit, und eben daraus wird es klar, dafs die Richtung des Endgliedes nicht von den übrigen Gliedern der Extremität bedingt wird, sondern von dem Verhältnisse zur Aufsenwelt. Wäre nämlich ein einfacher Gegensatz in den Endgliedern, wie in den übrigen, so müfsten sie mit ihren Spitzen einander um so mehr zugekehrt seyn, je mehr die Mittelgelenke einander zugekehrt sind, in solchen Thieren also, die den Leib am besten tragen. In diesen aber sind am entschiedensten beide Endglieder nach vorn gerichtet, um auf den Boden zur Bewegung nach vorn zu wirken. Wären hier die vordern Endglieder den hintern entgegengesetzt gebaut, so würden sie den Rumpf durch ihre Bewegung nach hinten schieben. Das hintere Endgelenk ist um so mehr ein Gewerbgelenk mit der Streckseite nach hinten, je mehr die Streckseite des Knies nach vorn gerichtet ist, weil das Endglied dadurch die entgegengesetzte Richtung vom untern Mittelgliede erhält. In so fern das Handgelenk der Gegensatz des Fufsgelenkes ist, hat es seine Beugeseite nach hinten. In der That können die Säugethiere, mit viergliedrigen Extremitäten das vordere Endglied nach hinten beugen und in der Ruhe hat es meistens diese Stellung. Da aber beim Gehen das vordere Endglied nach vorn gerichtet werden mufs, so hat es auch nach vorn eine Beugeseite, und das Gelenk bildet sich also aus einem ächten Gewerbgelenke in eine besondere Form von Gelenken um. Diese Umbildung ist um so entschiedener, je weniger selbstständig die Mittelhand ist. Ist nämlich die Mittelhand sehr lang (Hufthiere), so steht die Mittelhand beim Gehen gerade und

*) In den Amphibien sind die Mittelgelenke nach aufsen gerichtet, wie in unserer Abbildung 7. Oberes und unteres Mittelgelenk bilden auch dann einen Gegensatz, aber innerhalb einer Ebene, welche die Mittelebene des Leibes in einen grofsen Winkel schneidet. Es beruht auf Gründen der Mechanik, dafs in dieser Stellung die Kraft der Muskeln weniger kräftig auf das Tragen des Rumpfes wirkt, die Amphibien schleppen daher ihren tief herabhängenden Leib. Diese Form ist, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, die ursprüngliche für die viergliedrigen Extremitäten, aber auch Folge von einer umgekehrten Stellung der Endglieder, wenn sich diese in Flossen umwandeln, so im Knie der Seehunde. Die andere Form, wo die Mittelgelenke einander zugekehrt sind, ist die höhere Ausbildung, wodurch der Rumpf mehr unmittelbar unterstützt und vom Boden erhoben wird. Die Ebene, in welcher oberes und unteres Mittelglied liegen, ist hier mit der Mittelebene des Leibes mehr oder weniger parallel.

das Handgelenk hat noch eine ziemlich entschiedene Streckseite nach vorn. Je kürzer aber die Mittelhand (Plantigraden), um desto mehr nimmt sie Theil an der Richtung der Finger, und das Gelenk ist zwar in Hinsicht auf seine cylindrische Gelenkfläche ein Gewerbgelenk, hat aber keine entschiedene Streckseite und bildet dadurch einen Uebergang zu dem freien Gelenke; kommt noch die Fähigkeit der seitlichen Drehung hinzu, die sich mehr oder weniger bei diesem Gelenke einfindet, so wird der Character des freien Gelenkes vollständig.

Um es anschaulicher zu machen, wie die Aufsenwelt die Richtung des Endgliedes bestimmt, der Bau des Wurzelgliedes mehr vom Rumpfe abhängt, beide gemeinschaftlich aber die Form der zwischenliegenden Gelenke und damit auch die Lage der Mittelglieder bestimmen, füge ich hier eine aus blofsen Linien zusammengesetzte Abbildung bei, die den Typus der Extremitäten eines auf festen Boden gehenden und den Leib tragenden Thieres darstellt.



α β stellt den Stamm der Wirbelsäule vor.
A, a die der Schlufslinie des Rückens zugekehrten Enden der Rumpfglieder.
B, b die der Schlufslinie des Bauches zugekehrten Enden der Rumpfglieder.
A B, a b die Rumpfglieder.
C, c das Wurzelgelenk.
C D, c d die oberen Mittelglieder.
D, d die Mittelgelenke.
D E, d e die unteren Mittelglieder.
E, e die Endgelenke.
F, f die Spitzen der Endglieder.
E F, e f die Endglieder.

Ich habe hier den Bau der Extremitäten der Wirbelthiere beleuchten müssen, um später eine Vergleichung derselben mit den Extremitäten der gegliederten Thiere anstellen zu können, weil diese Vergleichung zu der Einsicht

g. Kiefern.

in das Verhältnifs zwischen Wirbelthieren und gegliederten Thieren wesentlich gehört. Die Theorie der Kieferbildung würde uns mehr fern liegen, wenn sie nicht auf die Ansicht von der Bildung der Extremitäten zurückwirkte. Dafs nämlich Kiefern und Extremitäten Modificationen eines Grundtypus sind, ist augenscheinlich, und es dürfte wohl jetzt nach Oken von den meisten Naturforschern anerkannt seyn, welche nicht überhaupt die Grundlage eines allgemeinen Typus, aus welchem die Mannigfaltigkeit des Baues entwickelt ist, läugnen. Die Kiefern aber nähern sich so sehr der Natur der Rippen, dafs man von ihnen einen Grund hernehmen kann, auch die Extremität des Rumpfes für verstärkte Rippen anzusehen. Ich erlaube mir daher noch einige Bemerkungen über die Kiefern.

Wir haben schon oben für die Extremitäten des Rumpfes erkannt, dafs ihre Wurzelglieder sich der Natur der Rippen nähern können, dafs in den Fällen, wo die Extremität sich an die Wirbelsäule anlegt, sie zugleich die Natur der Rippen mit ihrer innern Fläche annimmt, mit der äufsern aber dem ursprünglichen Verhältnisse, einen äufsern Bogen zu bilden, treu bleibt, dafs aber nur die eine Extremität dieses Doppelverhältnifs erreicht, weil sie, ihrer Beziehung zu der Last des Rumpfes gemäfs, eine festere Anheftung sucht. Dasselbe können wir auf die Kiefern anwenden. Sie haben nicht das Kopfskelet zu tragen, sollen aber die Nahrung fassen, halten und zerdrücken. Dieses geschieht, indem sie sich gegen einander bewegen. Das Zerdrücken wird aber am vollkommensten erreicht, wenn das eine Paar dieser Gliedmaafsen mit dem Kopfskelette verwachsen ist, um eine feste Unterlage dem Drucke des andern Paares entgegenzustellen. Das finden wir nun in der That, denn die vordern Kiefern sind gewöhnlich mit dem Schädel verwachsen. Wir haben also auch am Kopfe ein Kiefern-Paar, welches in der Regel verwachsen ist (mit Ausnahme nämlich der niedern Wirbelthiere), während das andere beweglich bleibt, wie wir am Rumpfe (wieder mit Ausnahme der niedern Wirbelthiere) ein verwachsenes und ein freies Extremitäten-Paar fanden. Dafs im Kopfe das vordere Paar der Gliedmaafsen verwächst, im Rumpfe das hintere Paar, hebt die Analogie nicht auf, sondern bestätigt sie, denn wir finden zuvörderst darin die Wiederholung der Uebereinstimmung der beiden Enden des Leibes, wie sie schon die an beiden Enden sich zuspitzende Wirbelsäule und manches andre Verhältnifs zu erkennen giebt. Hier ist aber insbesondere nicht zu übersehen, dafs vermöge der Hirnbildung der Schädel nach vorn stärker entwickelt ist, als nach hinten, und er also vorn mehr Fähigkeit hat, als hinten, den festen Punkt für die Kieferbewegung abzugeben, daher mit ihm der vordere Kiefer aus demselben Grunde

ver-

verwächst, der am Rumpfe die hintere Extremität zur Verwachsung bestimmt. In der That finden wir in denjenigen Thieren, wo der vordere Theil des Hirnes besonders stark entwickelt ist, in den Säugethieren, die vorderen Kiefer inniger verwachsen, als in andern Thierklassen, wo sie mehr oder weniger beweglich sind. Es ist daher auch ganz übereinstimmend mit dem für die Bauchextremität Gefundenen, wenn die Oberkiefer zugleich die untern Wirbelbogen des Kopfes wiederholen. Die Seitenwände der Nasenhöhle haben offenbar Uebereinstimmung mit den Gaumenbogen und diese mit den absteigenden Flügeln des Keilbeines, sie alle sind Wände einer plastischen Höhle, und gewifs die untern Bogen der Schädelwirbel, was am Keilbeine besonders deutlich ist. Die Zahnränder des Oberkiefers, die über den Schlufs jener untern Bogen der Schädelwirbel hinausragen, haben aber offenbar eine andere Bedeutung, eben so das äufsere Blatt des Oberkiefers höherer Thiere. Die Kieferhöhle der Säugethiere scheint mir nichts als eine Lücke zwischen dem Theile des Oberkiefers, der ursprünglich die Bedeutung der untern Bogen der Schädelwirbel hat, und dem Theile, der in der Bedeutung der Extremitäten steht.

Hiermit haben wir angedeutet, dafs im Oberkiefer der höheren Thiere eine zweifache Grundbeziehung vereint ist, wie im Becken der höheren Wirbelthiere. Um zu zeigen, wie dieses Verhältnifs sich allmählig ausbildet, schlagen wir einen andern Weg ein.

Wenden wir uns an diejenigen Wirbelthiere, die dem Grundtypus am nächsten stehen, die Fische also, so finden wir in ihnen die Kiefern sehr verschieden gebildet. In vielen sind beide Kiefern vorstreckbar, keiner also ist angewachsen, wie denn auch die Fische diejenigen Thiere sind, in welchen das Becken gar nicht mit der Wirbelsäule unmittelbar verbunden ist. In den Extremitäten erkannten wir zwei Hauptformen, solche, welche den Leib nicht zu tragen haben, und solche, die ihn tragen. Die ersteren wirken einfach durch Stofs auf das Element, in welchem sie den Leib fortbewegen, und das hintere Ende der Wirbelsäule nimmt dann immer an der Fortbewegung Antheil, die letztern sind die einzigen, welche (wenn auch nicht in allen Formen) Gegenstände der Aufsenwelt fassen und gegen den Leib bewegen können. Die ersteren sind zweigliedrig, die andern viergliedrig. Die Kiefern zeigen uns auch 2 Hauptformen. Entweder finden wir in dem ganzen Kiefergerüste nur ein Gelenk — wie in den Säugethieren und einigen Amphibien, oder zwei Gelenke — wie in allen den Formen, in denen ein an beiden Enden beweglicher Quadratknochen ist, ja in seltenen Fällen, wie im Stör, sogar drei Gelenke. Das obere Gelenk scheint aber den Inbegriff der hintern Kiefern nicht zu schliefsen. Ein Theil

nämlich des Kopfgerüstes, den wir Schläfenschuppe nennen, scheint noch zum Inbegriff der Kopfextremitäten zu gehören, wie schon mehrfach von den Naturforschern ausgesprochen ist. Dieser Deutung mufs man beistimmen, wenn man bedenkt, wie die Schläfenschuppe oft zwar sich in das Schädelgerüste eindrängt, allein meist mit Schuppennähten die Ränder der andern Knochen deckt, zuweilen auch von der Schädelhöhle ausgeschlossen ist, ja in einigen Fällen, wie in den normalen Schlangen, sogar ganz lose und beweglich an der Schädeldecke anliegt. Ich finde nämlich keinen Grund, diesen ersten Knochen im Kiefergerüste der wahren Schlangen für das Warzenbein zu halten. Wie käme das Warzenbein zu einem Gelenke an seinem untern Ende? Dagegen ist es deutlich ein Kopfschulterblatt, nach unten mit vollständigem Gelenke, nach oben ohne ausgebildetes Gelenk sich anfügend an die Gegend, wo die Dornfortsätze der Schädelwirbel sind. Auch die Entwickelungsgeschichte scheint nachzuweisen, dafs sich in die Kopfbildung der höheren Thiere etwas an- und einfügt, was nicht ursprünglich zu den Schädelwirbeln gehört. Man sieht nämlich anfangs die Wirbelabtheilung in der hintern Gegend des Schädels sehr deutlich. Nachher wird sie plötzlich undeutlich, als ob sich etwas Neugebildetes auflegte. — Wenn man nun für das Kiefergerüste, und namentlich zuerst für den Hinterkiefer noch einen Theil mitzählen darf, der meistens mit dem Schädel verbunden ist, so haben wir folgende Hauptabschnitte für die Kieferbildung: zuvörderst ein Wurzelglied, welches hier ein Schädelglied ist, wie in den eigentlichen Extremitäten ein Rumpfglied; ferner ein Endglied, welches unmittelbar auf die Beute wirkt. Zwischen beiden sind zuweilen zwei Mittelglieder, und in dieser Form zeigt die Kieferbildung ganz die Bildung der Extremitäten. In den Kiefern sind zwar die zwei Mittelglieder selten, viel häufiger ist nur ein auf beiden Seiten bewegliches Mittelglied (in den meisten Fischen, allen Vögeln, sehr vielen Amphibien). Auch erkennt man noch in den Knochenfischen mit vorstreckbaren Kiefern ein undeutliches Mittelgelenk zwischen dem Wurzelgelenke, welches Schädel und Quadratknochen verbindet, und dem Endgelenke.

Wir finden also in den Kiefern dieselben Hauptabschnitte, wie in den Extremitäten, und wenn in ihnen gewöhnlich nur Ein Mittelglied ist, so dürfte dieses eben in dem Unterschiede zwischen Kopf- und Rumpfextremitäten begründet seyn. Wie wir unter den wahren Extremitäten zweigliedrige und viergliedrige fanden, so haben wir auch eine verschiedene Zahl der Gliederung in den Kiefern gefunden, nämlich viergliedrige (der Stör), dreigliedrige und zweigliedrige. Es scheint, dafs im zweiten Falle das untere Mittelglied im Endgliede mit enthalten ist, darauf führt die Bildung des Endgelenkes, welches den Gelenk-

kopf nach oben, die Pfanne nach unten hat, wie das Mittelgelenk der Extremitäten. In den zweigliedrigen Kiefern ist der Gelenkkopf bald am Endgliede (in den Säugethieren), bald im Wurzelgliede (Chelonier, Batrachier, Crocodille), so dafs uns im ersten Falle das Mittelglied vom Endgliede, im letzten vom Wurzelgliede aufgenommen scheint. Ganz eben so finden wir in den zweigliedrigen Extremitäten des Rumpfes die Mittelglieder bald vom Wurzelgliede (Fische), bald vom Endgliede (Cetaceen) aufgenommen.

Hiermit dürfte wohl die Uebereinstimmung des Hinterkiefers mit den Extremitäten deutlich gemacht seyn. Viel kürzer ist der Beweis zu führen, dafs der Unterkiefer die untern Bogen der Kopfwirbel umgiebt. Das lehrt das Zungenbeingerüste von den Fischen bis zu den Säugethieren herauf. Diesem Gerüste kommen andre auch überdeckte Verlängerungen von oben entgegen. Am klarsten ist das Verhältnifs an den Schädeln der Cetaceen, hier sehen wir nämlich hinter den untern Flügeln des Keilbeines eine ganz ähnliche untere flügelförmige Verlängerung des Hinterhauptbeines, welche offenbar die Reihe der untern Bogen fortsetzt. In den Hufthieren erscheint dieser Fortsatz schmaler als sogenannter Griffelfortsatz des Hinterhauptes. In höheren Säugethieren haben wir dagegen einen Griffelfortsatz am Felsenbein. Dafs überhaupt im hintern Theile der Kopfwirbel die untern Bogen nicht vollständig sind, scheint mir daher zu rühren, dafs, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, der Mund hier durchbricht, und man darf wohl annehmen, dafs, je nachdem der Mund etwas weiter nach hinten oder nach vorn durchbricht, der letzte oder der vorletzte Schädelwirbel mehr in seinem untern Bogen unentwickelt bleibt.

Endlich wäre noch der Beweis zu führen, dafs der Vorderkiefer mit dem Hinterkiefer ursprünglich dasselbe Verhältnifs hat. Betrachten wir die Knorpelfische, so finden wir, dafs Vorder- und Hinterkiefer nur in ihren Endgliedern getheilt sind, die Mittel- und Wurzelglieder völlig gemeinschaftlich haben. In den Knochenfischen mit vorstreckbaren Kiefern löst sich das Mittelglied allmählig in zwei Reihen einzelner Knochen auf; diese Trennung ist in den Fischen, deren Kiefern nicht vorstreckbar sind und deren Oberkieferbeine gröfser zu seyn pflegen, noch stärker; der Oberkiefer, der sich an den Schädel anlegt, verliert aber sein eigenes Endgelenk, dagegen steht er mit dem Mittelgliede (Quadratknochen) durch den Jochbogen noch in Verbindung und ist von hier aus noch verschiebbar (Vögel und viele Amphibien). Endlich legt sich der Jochbogen an das Schuppenbein an, so dafs es das Ansehn hat, das Wurzelglied sey für beide Kiefern immer gemeinschaftlich. So glaube ich, wird der schwer zu deutende Jochbogen, am besten verstanden, als gelenkloses Mittelglied des Vorderkiefers.

Der Vorderkiefer löst sich also, je weiter wir in das Thierreich aufsteigen, um so mehr vom Hinterkiefer ab und legt sich an die untern Bogen der vordern Schädelwirbel an, drängt sich ein und nimmt Antheil an ihren morphologischen Verhältnissen, wie das Becken an den Verhältnissen der Rippen Antheil nimmt.

h. Entwickelung der Extremitäten.

Wenden wir nun diese morphologische Episode auf die Entwickelungsgeschichte der Extremitäten an, so bemerke ich zuvörderst, dafs ich dieselbe nur an den Landthieren kenne, also an den viergliedrigen Extremitäten. Sie scheint im Anfange für alle sehr übereinstimmend, wie ich an Eidechsen, Vögeln, Schaafen, Schweinen, Kaninchen, Hunden und am Menschen beobachtet habe. Selbst der Flügel der Vögel ist in der ersten Bildung dem Fufse derselben und dem Fufse der Eidechsen gleich. Zuerst zeigen sich schmale, in die Länge gestellte Leisten, die auffallend lang sind und dadurch zu beurkunden scheinen, dafs die Extremitäten ihrer ursprünglichen Idee nach dem ganzen Rumpfe angehören; die Verdickung des Rückenmarkes in der ganzen Länge des Rumpfes, welche sich dann am vordern und am hintern Ende concentrirt, dürfte auch darauf hindeuten. Diese Leisten liegen zuerst nur auf den Bauchplatten und dehnen sich dann nach oben und nach unten aus. Es scheint hiernach, dafs die Gegend des Wurzelgelenkes sich zuerst bildet und von hier aus die Bildung des Wurzelgliedes sich nach oben und unten ausdehnt, woraus man später erkennt, dafs die Extremität nicht blofs den Bauchplatten angehört, sondern beiden Hauptröhren gemeinschaftlich ist. Zugleich hebt sich aus der Gegend des Wurzelgelenkes eine Erhabenheit hervor, und wir sehen also nach aufsen auch die übrigen Theile der Extremität sich entwickeln. Die Vorragung krümmt sich etwas nach unten und trennt sich in einen runden Stiel und eine flache Platte. Die Platte ist das Endglied, der Stiel enthält beide Mittelglieder. Noch sind die Extremitäten gleich und kein Gelenk ist deutlich. Dann bekommt der Stiel einen nach aufsen gekehrten Winkel als Mittelgelenk. Hieraus ist ersichtlich, dafs die ursprüngliche Form der Mittelgelenke, wie ich oben annahm, die ist, mit der Streckseite nach aufsen gerichtet zu seyn. Wie nun beide Mittelgelenke ihre Individualität ausbilden, zuerst das Endglied die Richtung der untern Mittelglieder theilt und auch die Endgelenke ihre Besonderheit erhalten, ist in der Entwickelungsgeschichte des Hühnchens ausführlich erzählt, hier kam es nur darauf an, zu zeigen, in welchem Verhältnifs die Entwickelung der Extremität zu dem Entwickelungsschema des Rumpfes steht und dafs man sie nicht für eine blofse Wiederholung der Bauchplatten ansehen darf.

Was ich von der Entwickelung des Ober- oder Vorderkiefers gesagt habe, stimmt ganz mit der so eben entwickelten Ansicht, dafs es eine Extremität ist,

welche sich an andre Kopftheile anlegt und mit ihnen verwächst. Dagegen könnte man in der Entwickelungsgeschichte des Unterkiefers einen Beweis finden, dafs er eine Rippe sey. Die Kiemenbogen sind nämlich getrennte Abschnitte der Bauchplatten, und wenn in ihnen ohne weitere Veränderung Knochenbogen sich entwickeln, so müfsten wir diese Rippen nennen. Nun habe ich gesagt, dafs aus dem ersten Kiemenbogen der Unterkiefer sich bildet. Ich freue mich, schon bei Ausarbeitung der Entwickelungsgeschichte bemerkt zu haben, dafs sich der erste Kiemenbogen durch Auflagerung neuer Masse verdickt. Noch viel deutlicher habe ich dies Verhältnifs später in Embryonen von Säugethieren gesehen, wie ich in Meckel's *Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang* 1828. *Heft* 1. berichtet habe. Die Verdickung des ersten Kiemenbogens erfolgt also nicht durch gleichmäfsige Ausdehnung nach allen Seiten, sondern durch Auflagerung, d. h. durch Vermehrung der Masse unter der Haut, wie man daraus erkennt, dafs der Gefäfsbogen ganz nach innen liegt. Es ist mithin auch hier der Kiefer, obgleich vom ersten Kiemenbogen nicht getrennt, ein aufliegender Theil, so wie sich auch sein Wurzelglied als aufliegender Theil am Schädel bildet.

Corollarium über eine consequentere Eintheilung und Bearbeitung der Anatomie.

Die Entwickelungsgeschichte könnte uns veranlassen, eine consequentere Bearbeitung der Anatomie einzuführen. Man pflegt seit Bichat's unsterblichen Untersuchungen eine allgemeine Anatomie, oder die Lehre von den verschiedenen Geweben, in neuerer Zeit Histologie genannt, von der Beschreibung der einzelnen Theile zu sondern. In dem beschreibenden Theile läfst man aber Inbegriffe von gleichartigen Theilen, die sogenannten organischen Systeme, und Inbegriffe von ungleichartigen Theilen, die Apparate, auf einander folgen. Diese Eintheilung ist nicht consequent, denn jene Gleichartigkeit beruht nur in der Uebereinstimmung des innern Baues oder des Gewebes, und die Ungleichartigkeit in der Ungleichartigkeit der Gestaltung. In ersterer Hinsicht glaubt man das Hirn nicht von den Nerven trennen zu dürfen. Man ist aber auch darin nicht consequent, denn das Herz, das im Gefäfssystem mit aufgeführt wird, hat ein anderes Gewebe, als die Gefäfse. Man fafst diese wegen des innigen Zusammenhanges und der gemeinschaftlichen Wirkung zusammen. Im Grunde ist also das Princip, dem man folgt, vorzüglich biologisch. Aber auch darin ist man wieder unbeständig, denn alle Theile der Hand wirken gemeinschaftlich, doch glaubt man die

Knochen in Verbindung mit andern Knochen, und die Muskeln eben so in Verbindung mit andern Muskeln abhandeln zu müssen. Man sieht aber leicht ein, dafs man mit demselben Rechte die Muskeln des Magens besonders abhandeln müfste, was nur deswegen nicht geschieht, weil man sie nicht einzeln sondern kann, und hiervon liegt der Grund nur darin, dafs der Magen der höheren Thiere keine festen Theile enthält, wie der Magen der Krebse. Die Isolirung der Muskeln in der Hand ist eben so nur eine Folge vom Daseyn der Knochen.

Die Botaniker sind durch die Natur selbst auf eine andre Scheidung gekommen. Ihre Anatomie beschäftigt sich nur mit den histologischen Elementen und die morphologische Kenntnifs der Organe der Pflanze wurde sonst unter dem Namen der Terminologie bearbeitet. Diese sogenannte Terminologie oder die Kenntnifs der äufsern Theile ist sich jetzt bewufst, dafs sie eine Organologie ist, da alle Organe der Pflanze äufserlich getrennt sind.

In dieser Eintheilung ist offenbar mehr Consequenz. Sollte man ihr nicht in der Morphologie der Thiere folgen können und diese schärfer in eine Histologie oder die Lehre von den organischen Elementen, und Organologie oder besondere Morphologie, scheiden. Ursprünglich hat man alle Theile des Körpers, die eine gewisse Besonderheit haben, Organe genannt und das Hirn wie das Herz für Organe gehalten. Jetzt scheint man ihnen dieses Recht streitig machen zu wollen, weil sie weniger zusammengesetzt sind, allein das Hirn hat seine Blutgefäfse und das Herz seine Nerven so gut als der Magen. Die Botaniker halten einen Theil, der nur aus Zellgewebe besteht, nichts desto weniger für ein Organ, wenn er gesondert da liegt. — In den Thieren kann man jede besondere Modification der Fundamentalorgane für Organe ansehn, und wenn man ganz der Entwickelungsweise folgt, wird man in der Nervenschicht der Wirbelthiere zwei Organe erkennen, Hirn und Rückenmark, in der Fleischschicht Schädel und Gesicht, Rücken und Bauchwand, so wie man einzelne Organe in der Schleimhautröhre unterscheidet. Die Knochen, Muskeln und Blutgefäfse in ihnen sind die organischen Elemente. Ob für den Vortrag eine solche Eintheilung die passendere wäre, ist eine andre Frage. Für die Erkenntnifs des Baues scheint sie es offenbar.

Scholion V.

Ueber das Verhältnifs der Formen, die das Individuum in den verschiedenen Stufen seiner Entwickelung annimmt.

§. 1.

Die herrschende Vorstellung, dafs der Embryo höherer Thiere die bleibenden Formen der niederen Thiere durchlaufe.

Ueber das Verhältnifs der Formen, die der Embryo allmählig annimmt, ist zwar schon im Verlaufe der Erzählung von der Entwickelungsweise des Hühnchens an den geeigneten Stellen gesprochen. Es scheint mir aber bei der Wichtigkeit des Gegenstandes und dem Interesse, welches man ihm besonders in neuerer Zeit geschenkt hat, passend und nothwendig, jenem Verhältnisse eine besondere Untersuchung zu widmen, da es mir etwas anders darstellt, als es nach der herrschenden Meinung seyn sollte.

a. Die individuelle Entwickelung soll der Reihe der bleibenden Thierformen entsprechen.

Um bei der Entwickelung meiner Ansicht verständlich zu werden und das, was ihr wesentlich ist, schärfer hervorheben zu können, sey es erlaubt, zuvörderst die jetzt herrschende Vorstellungsweise von den Bildungsstufen des Embryo zu beleuchten.

Wenige Darstellungen von Verhältnissen in der organischen Welt haben so viel Beifall gefunden, als die: *dafs die höheren Thierformen in den einzelnen Stufen der Entwickelung des Individuums vom ersten Entstehen an bis zur erlangten Ausbildung den bleibenden Formen in der Thierreihe entsprechen, und dafs die Entwickelung der einzelnen Thiere nach denselben Gesetzen, wie die der ganzen Thierreihe, erfolge, das höher organisirte Thier also in seiner individuellen Ausbildung dem Wesentlichen nach die unter ihm stehenden, bleibenden Stufen durchläuft, so dafs die periodischen Verschiedenheiten des Individuums sich auf die Verschiedenheiten der bleibenden Thierformen zurückführen lassen.*

Diese Idee, lebendig geworden zu einer Zeit, wo aufser von Malpighi und Wolff noch keine zusammenhängenden Untersuchungen über die frühern Perioden der Entwickelungsgeschichte irgend eines Thiers angestellt waren und

vorzüglich durchgeführt von einem Manne, der über die Entwickelungsgeschichte der höheren Organismen wohl die meiste Kenntnifs besafs, konnte nicht umhin, grofse Theilnahme zu erregen, da sie von einer Menge specieller Beweise unterstützt wurde. Sie gewann noch mehr Gewicht, da sie sich fruchtbar erwies, indem eine Reihe Mifsbildungen verständlich wurden, wenn man sie als Folge eines partiellen Stehenbleibens der Entwickelung auf früheren Bildungsstufen betrachtete. — Kein Wunder also, dafs sie mit Wärme aufgenommen und schärfer durchgeführt wurde.

b, Folgerungen, die man hierauf gebaut hat.

Einige Vertheidiger wurden so eifrig, dafs sie nicht mehr von Aehnlichkeit, sondern von völliger Gleichheit sprachen, und thaten, als ob die Uebereinstimmung überall und in jeder Einzelnheit nachgewiesen wäre. Noch kürzlich lasen wir in einer Schrift über den Blutlauf des Embryo, nicht Eine Thierform lasse der Embryo des Menschen aus. Man lernte allmählig die verschiedenen Thierformen als aus einander entwickelt sich denken — und schien dann, von einigen Seiten wenigstens, vergessen zu wollen, dafs diese Metamorphose nur eine Vorstellungsart sey. Unterstützt durch die Erfahrung, dafs in den ältern Schichten des Erdkörpers keine Reste von Wirbelthieren vorkommen, glaubte man erweisen zu können, dafs eine solche Umwandlung der verschiedenen Thierformen wirklich historisch begründet sey, und erzählte endlich ganz ernsthaft und im Einzelnen, wie sie aus einander entstanden wären. Nichts war leichter. Ein Fisch, der ans Land schwimmt, möchte dort gern spazieren gehn, wozu er seine Flossen nicht gebrauchen kann. Sie verschrumpfen in der Breite aus Mangel an Uebung und wachsen dagegen in die Länge. Das geht über auf Kinder und Enkel einige Jahrtausende hindurch. Da ist es dann kein Wunder, dafs aus den Flossen zuletzt Füfse werden. Noch natürlicher ist es, dafs der Fisch auf der Wiese, da er kein Wasser findet, nach Luft schnappt. Dadurch treibt er endlich in einer eben so langen Frist Lungen hervor, wozu nur erfordert wird, dafs einige Generationen sich unterdessen ohne Athmung behelfen. — Der lange Hals der Reiher rührt daher, dafs ihre Stammeltern diesen Theil oft ausstreckten, um Fische zu fangen. Die Jungen bekamen nun schon etwas ausgezogene Hälse mit auf die Welt, und cultivirten dieselbe Unart, die ihren Nachkommen noch längere Hälse gab, woraus denn zu hoffen ist, dafs, wenn die Erde nur recht alt wird, der Hals der Reiher gar nicht mehr zu messen seyn werde. — Eine unvermeidliche Folge jener als Naturgesetz betrachteten Vorstellungsweise war die, dafs eine früher herrschende, seitdem ziemlich allgemein als unbegründet betrachtete Ansicht von der einreihigen Stufenfolge der verschiedenen Thierformen allmählig wieder festern Fufs gewann, und wenn auch oft nicht deutlich ausge-

gesprochen, ja selbst ohne Bewufstseyn der Forscher bei Urtheilen über thierische Formen in Anwendung kam. Auch mufs man gestehen, dafs, wenn jenes Naturgesetz angenommen wurde, die Consequenz ebenfalls die Aufnahme dieser Ansicht forderte. Man hatte dann nur *Einen* Weg der Metamorphose, den der fernern Ausbildung, entweder erreicht in Einem Individuum *(die individuelle Metamorphose)*, oder durch die verschiedenen Thierformen *(die Metamorphose des Thierreiches)*, und die Krankheit durfte man geradezu eine *rückschreitende Metamorphose* nennen, weil eine einreihige Metamorphose wie eine Eisenbahn nur vorwärts oder rückwärts gehen läfst, nicht zur Seite.

Von solchen, einer unbefangenen Untersuchung und genauern Kenntnifs widersprechenden Anwendungen hielten sich zwar die Besonnenern und vor allen Dingen derjenige Vertheidiger des Gesetzes frei, durch dessen Namen es am meisten Ansehen erhielt, aber man darf nicht läugnen, dafs sie folgerecht aus dem Gesetze hervorgingen und dafs schon dadurch Mifstrauen erregt werden mufste *). Allein die Angriffe der Widersacher waren zum Theil nur auf die

*) Es schien hier nicht passend, irgend eine bestimmte Darstellung dieser Theorie wieder zu geben, um dann ihre Widerlegung zu versuchen. Da sich ein gewisser Widerspruch in der Natur bemerklich genug machte, so sind die Ausführungen durch verschiedene Männer sehr verschieden ausgefallen. Immer waren diejenigen, denen am meisten specielle Kenntnisse zu Gebote standen, vorsichtiger und unbestimmter, während diejenigen, die ihnen folgten, viel bestimmter auftraten. Mir scheint die ganze Lehre mehr eine Entwickelungsstufe der Naturwissenschaft, als das Eigenthum eines einzelnen Mannes. Man erkannte den verschiedenen Grad der Ausbildung in den verschiedenen Thierformen. Man lernte einsehen, dafs diese Thierformen als Modificationen von einander zu betrachten sind. Es war natürlich, ja nothwendig, dafs man nun versuchte, die *einfachste* Form dieser Modificationen durchzuführen, die der unmittelbaren Entwickelung aller Formen aus einer. Diese Entwickelung nun als historisch begründet anzunehmen, ist nur als ein kleiner Schritt weiter zu betrachten, zu welchem die Consequenz führen mufste. Eine Vergleichung mit der individuellen Entwickelung gehörte dann nothwendig in denselben Ideenkreis, und es ist auf jeden Fall ein Verdienst, den Versuch zu machen, wie weit sich die Kenntnifs der Entwickelungsgeschichte in denselben einführen läfst.

In der Ueberzeugung, dafs die ganze Ansicht in ihrem vollen Umfange eine nothwendige Durchgangsbildung unserer naturhistorischen Kenntnisse ist, schien es nicht nothwendig, in der oben gegebenen kurzen Darstellung genau chronologisch zu verfahren. Manche der angedeuteten Versuche, die Thierklassen als aus einander entstanden darzustellen, sind älter, als die bedeutendern Versuche, die Entwickelungsstufen des Embryo auf die Klassenverschiedenheiten zurückzuführen. Das weifs ich sehr wohl und ich erwarte in dieser Hinsicht keine Vorwürfe. Ich wählte nur die kürzeste Darstellung. Der ganze Kreis von Vorstellungen, die ich hier genauer zu bestimmen hoffe, indem ich auf den Unterschied zwischen der höhern und niedern Stufe der Ausbildung des thierischen Körpers und dem Typus der Organisation aufmerksam mache, greift so vielseitig in alle Untersuchungen ein, dafs man in einer überaus grofsen Zahl von Werken auf ihn stöfst, weshalb es ganz unwesentlich ist, eine einzelne herauszuheben.

Uebertreibungen gerichtet, zum Theil schwach, da sie nicht auf eigene und sorgfältig an der Ausbildung derselben Thierform gemachte Beobachtungen sich stützen konnten. Einzelne Ausnahmen mufsten auch nun wenig Gewicht haben, ohne Einsetzung einer andern durchgreifenden Lehre. Da die allmählige Hervorbildung des Embryo aus einer zarten homogenen Masse zu gewaltig an die Leibesbeschaffenheit der niedersten Thiere erinnerte, so mufsten alle Einwürfe als nur gegen unbedeutende Kleinigkeiten verschwendet erscheinen, wenn man nicht, diese Uebereinstimmung anerkennend, noch ein anderes, verschiedenes Verhältnifs nachzuweisen vermochte.

Endlich mufste in neuester Zeit die Lehre von der Uebereinstimmung der individuellen Metamorphose mit der denkbaren Metamorphose des ganzen Thierreiches ein besonderes Gewicht erhalten, als durch Rathke's glänzende Entdeckung Kiemenspalten in den Embryonen der Säugethiere und Vögel nachgewiesen und bald darauf sogar die Gefäfse dazu aufgefunden wurden.

§. 2.

Zweifel und Einwürfe.

a. Zweifel.

Schon früh war meine Aufmerksamkeit auf das gegenseitige Verhältnifs der bleibenden Thierformen gerichtet, und was mir dabei zuerst zur Evidenz wurde, war, dafs dieses Verhältnifs auf keinen Fall als einreihige Fortbildung betrachtet werden könne. Eine einreihige Fortbildung, wenn auch nur als logischer Begriff, scheint aber für die bleibenden Thierformen ganz nothwendig, wenn sie sich in der Entwickelung des Individuums wiederholen soll.

Ich lernte daher diese Lehre mit Mifstrauen betrachten, und hatte sie bei Untersuchungen des Hühnchens im Auge, überzeugt, die fortgesetzte Beobachtung der Entwickelung Einer Thierart müsse ein sichereres Urtheil geben, als eine Menge einzelner, nicht zusammenhängender Vergleichungen. Da nun meine Untersuchungen mich überzeugten, dafs der wesentliche Character des Wirbelthiers ungemein früh im Hühnchen auftritt und die ganze Entwickelungsgeschichte beherrscht, so wählte ich bereits im Jahre 1823 meine Zweifel zum Gegenstande eines akademischen Streitsatzes *). Indessen schien es passend, nicht früher öf-

Es kommt hier nur auf die Frage an, ob die Entwickelung eines Thiers im Wesentlichen darin begründet ist, die Organisation bleibender Thierformen, die man als weniger entwickelt betrachten kann, zu durchlaufen, oder mit andern Worten, ob die periodischen Verschiedenheiten des Individuums und die Organisationsverschiedenheiten des ganzen Thierreiches auf einander zurückgeführt werden können. Hiermit hängt nothwendig die Frage zusammen, worin die Organisationsverschiedenheiten des gesammten Thierreiches begründet sind.

*) *Dissertatio de fossilibus mammalium reliquiis. Regiomont* 1823. 4to, an welche die *thesis* angehängt ist: *Legem a naturae scrutatoribus proclamatam „evolutionem, quam prima aetate*

fentlich von ihnen zu sprechen, als bis ich eine Reihe von Untersuchungen vorlegen würde. Auch war meine Ueberzeugung in Bezug auf jenes Gesetz damals mehr negirend. Jetzt glaube ich ein anderes an die Stelle setzen zu können, und die erste Abhandlung dieser Sammlung giebt, wie ich glaube, eine passende Gelegenheit, dieses zu entwickeln.

Es wird nicht überflüssig seyn, vor allen Dingen einige Einwendungen gegen die so eben besprochene Lehre anzuführen, die schon aus früheren Untersuchungen von Embryonen sich machen liefsen und die dazu dienen mögen, in denjenigen Lesern, welche ihr völlig zugethan sind, dem Zweifel Raum zu geben. Es kommt dabei gar nicht auf eine Vollständigkeit an. Auch werde ich mich mit kurzen Andeutungen begnügen.

Vor allen Dingen erregte es Bedenken in mir, dafs man fast nur die Entwickelungsgeschichte der höchsten Formen kannte, die Entwickelung der Säugethiere mit Inbegriff des Menschen und die der Vögel. Was nun in ihrem Embryonen-Zustande vom bleibenden abwich, mufste wohl., wenn es irgend in der Thierreihe eine Analogie fand, diese fast immer unter den niedern Thieren finden. Dafs aber überhaupt zwischen dem Embryonenzustande einzelner Thiere und dem entwickelten Zustande anderer einige Uebereinstimmungen vorkommen, scheint ganz nothwendig und nicht von Bedeutung. Sie können nicht fehlen, da die Embryonen nicht aufserhalb der Sphäre der Thierwelt liegen, und die Variationen, deren der thierische Leib fähig ist, doch durch eine innere Verknüpfung und Wechselwirkung der einzelnen Organe für jede Form bestimmt werden, wodurch einzelne Wiederholungen nothwendig werden.

Um sich zu überzeugen, dafs ein solcher Zweifel nicht ganz ohne Gewicht ist, denke man sich nur, die Vögel hätten ihre Entwickelungsgeschichte studirt, und sie wären es, welche nun den Bau des ausgewachsenen Säugethiers und des Menschen untersuchten. Würden nicht ihre physiologischen Lehrbücher Folgendes lehren können? „Jene vier- und zweibeinigen Thiere haben viele Embryo„nenähnlichkeit, denn ihre Schädelknochen sind getrennt, sie haben keinen „Schnabel, wie wir in den fünf oder sechs ersten Tagen der Bebrütung; ihre Ex„tremitäten sind ziemlich gleich unter sich, wie die unsrigen ungefähr eben so „lange; nicht eine einzige wahre Feder sitzt auf ihrem Leibe, sondern nur dünne „Federschafte, so dafs wir schon im Neste weiter sind, als sie jemals kommen, „ihre Knochen sind wenig spröde und enthalten, wie die unsrigen in der Jugend

quodque subit animal, evolutioni, quam in animalium serie observandam putant, respondere" a natura alienam esse contendo.

„gar keine Luft; überhaupt fehlen ihnen die Luftsäcke und die Lungen sind nicht „angewachsen, wie die unsrigen in frühester Zeit; ein Kropf fehlt ihnen ganz; „Vormagen und Muskelmagen sind mehr oder weniger in Einen Sack verflossen; „lauter Verhältnisse, die bei uns rasch vorübergehen, und die Nägel sind bei den „meisten so ungeschickt breit, wie bei uns vor dem Auskriechen; an der Fähig-„keit zu fliegen haben allein die Fledermäuse, die die vollkommensten scheinen, „Theil, die übrigen nicht. Und diese Säugethiere, die so lange nach der Ge-„burt ihr Futter nicht selbst suchen können, nie sich frei vom Erdboden erheben, „wollen höher organisirt seyn, als wir?"

b. Einwürfe. Soll es ein Naturgesetz seyn, dafs die Entwickelung des Individuums darin *besteht*, bleibende Thierformen niederer Ausbildung zu durchlaufen, so müfsten:

1) in Embryonen keine Verhältnisse vorkommen, die nicht wenigstens in einzelnen Thieren bleibend sind. Es giebt aber kein Thier, welches seinen Nahrungsstoff mit sich herumtrüge, wie der Embryo den Dotter. Kein Thier hat einen heraushängenden Darmtheil, wie der Dottersack ist. Aus der Entwikkelungsgeschichte der Vögel und einiger Säugethiere (besonders der Raubthiere), wo dieser Dottersack sehr lange besteht, zu einer Zeit besteht, wo alle Verhältnisse des Vogel- und Säugthierleibes entweder die Ausbildung erreicht haben oder ihr nahe sind, sollte man aber schliefsen, dafs es recht viele solche Thiere gäbe. — In den Säugethieren treten unter allen Zähnen die Schneidezähne zuerst hervor. Kein Thier dagegen hat ein bleibendes Gebifs, welches blofs Vorderzähne enthielte.

2) So wie aber die Verhältnisse des Embryo in ihm Formen erzeugen, welche in keinem erwachsenen Thiere vorkommen, wie der heraushängende Darmsack, eben so machen sie es ihm unmöglich, manche grofse Thiergruppen zu wiederholen. Alle Embryonen sind von Flüssigkeit umgeben, vermögen also nicht unmittelbar Luft zu athmen. So kann schon der wesentliche Character der Insecten, die lebhafte Beziehung zur Luft, sich nie in ihnen wiederholen. Deshalb können auch die Säugthier-Embryonen nie den ausgebildeten Vögeln gleichen.

3) Es müfste ferner der Embryo höherer Thiere auf jeder Bildungsstufe nicht mit einer Einzelheit einer bleibenden Thierform übereinstimmen, sondern mit seiner Gesammtheit, auch wenn die eigenthümlichen Verhältnisse des Embryo gewisse Uebereinstimmungen ausschliefsen. Wollte man nämlich auch einräumen, dafs dem Embryo, als solchem, gewisse Verhältnisse eigenthümlich und bleibend seyn müssen, dafs er z. B. nur, weil er als Embryo vom mütterlichen Körper Nahrungsstoff mitnehmen mufs, einen heraushängenden Dottersack habe,

und in dieser Hinsicht mit bleibenden Thierformen nicht übereinstimmen könne, so müfsten dennoch diejenigen Verhältnisse, deren Uebereinstimmung bald hier bald da vorkommt, gemeinschaftlich seyn. Das ist aber nicht der Fall. Wenn ich etwa dem Embryo, so lange beide Herzkammern noch nicht geschieden und die Finger noch nicht von einander gesondert sind, die Organisation eines Fisches zuschreiben wollte, so finde ich doch keinen zusammengedrückten Schwanz und tausend andre Dinge nicht, die allen Fischen schon sehr früh zukommen. Eben so ist es, wenn ich irgend eine bleibende Thierform nehme und sie mit dem Embryo einer höhern Form vergleiche. Man sagt, die Cetaceen hätten Fötusähnlichkeit (d. h. Aehnlichkeit mit Embryonen höherer Säugthierformen), weil ihre Hoden in der Bauchhöhle sind, weil einige von ihnen keine wahren Zähne haben, weil das vordere und hintere Keilbein getrennt bleiben u. s. w. Allein die andern Schädelknochen der Cetaceen verwachsen sehr früh und innig, geben also eine Altersähnlichkeit. Ihre Kiefern sind sehr lang, obgleich alle Säugethiere und auch die Cetaceen um so kürzere Kiefern haben, je jünger sie sind. Das Getrenntseyn der Schädelknochen ist aber nicht etwa Eigenthümlichkeit des Embryonenzustandes, die niedern Thierklassen im erwachsenen Zustande fehlt; denn bei den Fischen wird es wieder als Embryonenähnlichkeit hervorgehoben, dafs ihre Schädelknochen mehrfach getheilt sind und blofs an einander liegen, obgleich an der Basis des Schädels die Einheit des Keilbeins, ganz umgekehrt wie bei den Cetaceen, wieder eine Aehnlichkeit mit dem Alter der höchsten Säugethiere giebt. Die Uebereinstimmung mit dem Fische oder dem Cetaceum ist also wohl nicht das Bedingende für die Organisation des Embryo.

4) Es müfsten, wenn das zu untersuchende Gesetz begründet wäre, keine Zustände in der Ausbildung von bestimmten Thieren vorübergehend vorkommen, die nur in höheren Thierformen bleibend sind. Von solchen Uebereinstimmungen lassen sich aber recht viele nachweisen. Freilich können wir sie nicht in der Entwickelungsgeschichte des Menschen finden, da wir keine höhere Organisation kennen. Allein schon die Säugethiere geben uns Beispiele genug. In allen sind in frühester Zeit die Kiefern so kurz, wie sie im Menschen bleibend sind. Der Scheitelkamm entwickelt sich in den Thieren, die damit begabt sind, sehr spät, dennoch fehlt er den höchsten Formen. Die Beispiele mehren sich aber, je mehr wir herabsteigen. Wir haben schon oben die Vögel redend eingeführt, um eine Menge früher bekannter Verhältnisse nachzuweisen, in welchen der Embryo des Vogels mit dem ausgewachsenen Säugethiere übereinstimmt. Wir können noch mehrere hinzufügen. Das Hirn der Vögel ist in dem ersten Drittheile des Embryonenzustandes dem Hirne der Säugethiere viel ähnlicher, als im erwachsenen

Zustande. Die Vierhügel sind nicht herabgetreten, der Riechkolben ist hohl und dick; es ist sogar eine Art Gewölbe da. Die Fufswurzel der Vögel bildet sich aus mehreren Knorpeln zu einem einzigen Knochen. Die Augen stehen im Hühnchen anfänglich näher zusammen, als später, und geben ihm ein Menschengesicht. — Junge Eidechsen besitzen ein sehr grofses Hirn. Die Froschlarve hat einen wahren Schnabel, wie die Vögel, und vor dem Verluste des Schwanzes einen so langen Darm, wie es nur in einigen Formen von Säugethieren bleibend ist. Die Froschlarve ist im ersten Anfange ungeschwänzt, ein Verhältnifs, das nur in den höchsten Formen der Säugethiere vorkommt, denn selbst der erwachsene Frosch hat einen innern Schwanz, wie man den langen Schwanzwirbel nennen mufs. — Die Tausendfüfse, die Milben und Hydrachnen haben, wenn sie aus dem Eie kriechen, nur drei Paar Füfse, wie die Insecten mit Metamorphose im ausgebildeten Zustande. Wollte man nun auch die Arachniden meiner Ueberzeugung zuwider für höher entwickelt ansehn, als die wahren Insecten, so wird doch Jedermann eingestehen, dafs die Insecten mit Metamorphose höhere Ausbildungen der Myriapoden sind. Solche Beispiele dürften gar nicht vorkommen, wenn die Entwikkelung der höhern Thierformen in einem Durchbilden durch die niedern bestünde.

5) Wir müfsten die Organe oder gröfsern Apparate auf dieselbe Weise, wie sie im Embryo höherer Thiere sich ausbilden, auch in den verschiedenen Thierklassen, wenn wir diese als aus einander entwickelt zusammenstellen, erscheinen sehen. Das ist lange nicht immer der Fall. Die hintere Extremität ist in den meisten Fischen nur in ihrem Endgliede vollkommen, im Embryo höherer Thiere bildet sich das Wurzelglied zuerst.

6) Endlich müfsten solche Theile, die nur den höheren Thieren zukommen, in der Entwickelung derselben sehr spät auftreten. Das ist durchaus nicht der Fall. Einige Theile der Wirbelsäule, der Stamm derselben und die Wirbelbogen sind im Hühnchen früher da, als irgend ein anderer Theil. Wie kann das Hühnchen nun jemals Aehnlichkeit mit einem wirbellosen Thiere haben?

Doch diese Bemerkung führt uns unsrer Aufgabe näher, und so soll denn hier der Versuch gemacht werden, das wahre Verhältnifs aufzufinden.

§. 8.

Ueber das gegenseitige Verhältnifs der verschiedenen bleibenden Thierformen.

a. Stufe der organischen Ausbildung.

Um das wesentliche Verhältnifs der Formumwandlung in der Ausbildung des Individuums aufzusuchen, mufs ich vorher einen Blick auf die verschiedenen Thierformen werfen. Ich habe diesen Gegenstand zwar schon an einem andern

Orte beleuchtet *(Nova acta Acad. C. L. C. Vol. XIII. Pars II. p. 739 — 762.)*, da aber die daselbst gemachten Bemerkungen, hier ihre Anwendung finden sollen, überdiefs jene Abhandlung in den Händen Weniger ist, so kann ich es nicht vermeiden, einen Auszug aus dem dort Gesagten vorauszuschicken, um darauf weiter bauen zu können.

Vor allen Dingen mache ich darauf aufmerksam, dafs man den Grad der Ausbildung des thierischen Körpers und den Typus der Organisation unterscheiden mufs. *Der Grad der Ausbildung des thierischen Körpers* besteht in einem gröfsern oder geringern Maafse der Heterogenität der Elementartheile und der einzelnen Abschnitte eines zusammengesetzten Apparates, mit einem Worte, *in der gröfsern histologischen und morphologischen Sonderung.* Je gleichmäfsiger die ganze Masse des Leibes ist, desto geringer die Stufe der Ausbildung. Eine höhere Stufe ist es, wenn sich Nerv und Muskel, Blut und Zellstoff scharf sondern. Je verschiedener sie sind, desto entwickelter das thierische Leben in seinen verschiedenen Richtungen, oder richtiger umgekehrt, je mehr das thierische Leben in seinen einzelnen Richtungen ausgebildet ist, desto heterogener sind die Elementartheile, die dieses Leben in die Erscheinung treten lassen sollen.

Dasselbe Verhältnifs gilt für die einzelnen Abschnitte eines Apparates. Höher ist die Organisation, wo die verschiedenen Abschnitte eines ganzen Systemes oder Apparates unter sich ungleicher sind, und jeder Theil mehr Individualität hat, als wo das Ganze mehr gleichmäfsig ist. Eine höhere Ausbildung also ist es, wo der Unterschied zwischen Hirn und Rückenmark gröfser ist, als wo man die ursprüngliche Uebereinstimmung noch deutlich erkennt. Trennen wir dieses Verhältnifs der höhern Ausbildung bestimmt von dem Verhältnisse der Typen, so werden manche Schwierigkeiten, welche bei der immer noch mehr oder weniger herrschenden Ansicht von einer einzigen fortlaufenden Reihe der Weiterbildung von der Monade bis zum Menschen entgegentreten, leicht besiegt. Wir wählen die Fische als Beispiel. Weil sie ein Hirn und Rückenmark, nebst einem innern Skelette haben und überall deutlich den Haupttypus der Wirbelthiere tragen, setzt man sie über alle Wirbellosen und wundert sich, dafs die Biene und überhaupt die meisten Insecten mit Metamorphose uns mehr Kunstfertigkeit und in jeder Hinsicht ein mannigfacheres Leben offenbaren. In der Biene aber sind Nerv und Muskel viel differenter ausgebildet, als im Fische. Die einzelnen Abschnitte eines Apparates oder eines organischen Systemes sind auch heterogener. In den meisten Fischen ist der Magen wenig vom Darme und dieser wenig von den Pförtneranhängen verschieden. Im Darme selbst ist oft der weite Darm vom engen kaum zu unterscheiden. Im Nervensysteme zeigt uns der Fisch ein Hirn, wel-

ches das Rückenmark wenig zu beherrschen vermag. In der Biene ist überall viel gröfsere Heterogenität. Das erste verwachsene Ganglienpaar, obgleich kein wirkliches Hirn, da wir nur den Theil des Organismus so benennen dürfen, welcher das vordere Ende eines Rückenmarkes ist, beherrscht doch das übrige Nervensystem mehr, als das Hirn der Fische, und hat mehr die Bedeutung eines Centraltheiles vom Nervensystem. Ich glaube daher, dafs in der That die Biene höher organisirt ist, als der Fisch, obgleich nach einem andern Typus *).

b. Typus der Organisation.

Typus nenne ich das Lagerungsverhältnifs der organischen Elemente und der Organe. Dieses Lagerungsverhältnifs ist der Ausdruck von gewissen Grundverhältnissen in der Richtung der einzelnen Beziehungen des Lebens, z. B. des aufnehmenden und ausscheidenden Poles. Der Typus ist von der Stufe der Ausbildung durchaus verschieden, so dafs derselbe Typus in mehreren Stufen der Ausbildung bestehen kann, und umgekehrt, dieselbe Stufe der Ausbildung in mehreren Typen erreicht wird. *Das Product aus der Stufe der Ausbildung mit dem Typus giebt erst die einzelnen gröfsern Gruppen von Thieren, die man Klassen genannt hat.* In der Verwechselung des Grades der Ausbildung mit dem Typus der Bildung scheint mir der Grund mancher mifslungenen Classification und in der offenbaren Verschiedenheit beider Verhältnisse schon hinlänglicher Beweis zu liegen, dafs die verschiedenen Formen der Thiere nicht eine einseitige Fortbildung von der Monade bis zum Menschen darstellen.

Ich unterlasse es, dieser Bemerkung weiter zu folgen, da eine nähere Erörterung überflüssig wird, wenn es mir gelingt, das, was ich Typus nenne, anschaulich zu machen.

Der Typus also ist das Lagerungsverhältnifs der Theile. Es läfst sich leicht erkennen, dafs die verschiedenen Typen Modificationen von gewissen Haupttypen sind, in denen das Lagerungsverhältnifs besonders characterisirt ist, und dafs Zwischenformen vorkommen, welche die Charactere der Haupttypen entweder zu einem Mitteltypus vereinigen, oder bei denen in der einen Hälfte des Leibes der eine, in einem andern Theile der andere Haupttypus vorherrscht. Diese Zwischen-

*) Man hat schon längst die Bemerkung gemacht, dafs unter verwandten Formen diejenigen, welche im Wasser leben, in Entwickelung der animalischen Functionen im Gegensatze zu den plastischen hinter den auf dem Lande lebenden zurückbleiben, welche mehr Beweglichkeit und geistige Anlage verrathen. Sollte der Grund nicht im Wasser selbst liegen? Der Gegensatz von Nerv und Muskel scheint sich im Wasser nicht so stark zu entwickeln, als bei regerer Wechselwirkung mit der Luft. Die Muskeln sind weniger roth und weicher, die Nerven auch weniger weifs und consistent. Man kann sich des Bildes nicht erwehren, dafs beide aussehen, als ob sie mit Wasser infiltrirt seyen. Wenn in den Fischen einige Muskeln durch Röthe sich auszeichnen, wie die Kiefermuskeln des Störs, so sind auch die zu ihnen gehenden Nerven weifser, als die übrigen.

schenformen lasse ich vorläufig unberücksichtigt und verweise auf die angeführte Abhandlung. Die Haupttypen mufs ich aber hier nochmals hervorheben.

Ich glaube, dafs vier Haupttypen sich deutlich nachweisen lassen: der peripherische oder strahlige Typus, der gegliederte oder Längen-Typus, der massige oder Mollusken-Typus, und der Typus der Wirbelthiere *).

c. Peripherischer Typus.

Der peripherische Typus wird dargestellt durch einige tellerförmige Infusorien, die Rhizostomen, Medusen, Asterien. Die Dimension der Fläche ist in der äufsern Form repräsentirt. Der Hauptgegensatz ist der vom Centrum zur Peripherie. Vom Mittelpunkt zum Umfange nämlich geht der Gegensatz der Aufnahme zur Ausscheidung. Diesem entsprechend ist die ganze Organisation strahlenförmig um einen Mittelpunkt vertheilt. Aufserdem ist nur noch der Gegensatz von oben und unten ausgebildet, aber in schwächerem Grade; ein Gegensatz von rechts und links von hinten und vorn besteht gar nicht. Die Bewegung ist daher richtungslos. — Da die ganze Organisation strahlenförmig um einen Mittelpunkt vertheilt ist, so sind die Centra aller organischen Systeme im Mittelpunkte oder ringförmig um den Mittelpunkt gelagert, (so in der Mitte der Magen, um ihn die Nerven und Gefäfskreise, wenn diese Theile überhaupt ausgebildet sind,) von ihnen aus gehen die Aeste in die Strahlen ab. In jedem Strahle wiederholt sich, was in einem sich findet, und jeder Strahl, bis an den Mittelpunkt fortgeführt, hat einen gleichen Antheil auch an den Centraltheilen — (nur das Harnsystem scheint davon eine Ausnahme zu machen,) so dafs man den ganzen Leib in eine Anzahl gleicher Sectoren theilen kann, und der Verlust eines Strahles, sobald die Mitte unverletzt bleibt, das Leben nicht stört, indem diesem für seine Integrität kein nothwendiger Theil abgeht.

d. Längen-Typus.

Im Längentypus, den wir in Vibrionen, in Filarien, im Gordius **), in den Naiden und in der ganzen Reihe der gegliederten Thiere finden, ist der Gegensatz von Aufnahme und Ausscheidung an die beiden Enden des Thiers verlegt und dieser beherrscht die gesammte Organisation. — Mund und After sind an den beiden Enden, gewöhnlich auch die Geschlechtstheile, doch finden diese zuweilen ihre Ausmündung weiter nach vorn, jedoch die weiblichen, die nicht blos

*) Ich lasse es hier unentschieden, ob man in denjenigen Thieren, wo die ganze Organisation mit peripherischer Gleichförmigkeit nicht um einen Mittelpunkt, sondern um eine Axe gelagert ist, wie in den Holothurien, nicht einen besondern Typus erkennen soll. Aufnahme und Ausscheidung bilden hier nicht den Gegensatz vom Centrum zur Peripherie, sondern zwei Enden einer Linie, und um diese Axe herum ist die übrige Organisation peripherisch vertheilt. Hierher könnten auf niederer Stufe die Naematoideen gehören, und vielleicht noch niedere Formen.

**) Wenn diese Thiere oder einige von ihnen nicht vielleicht nach der vorigen Anmerkung in einen eigenen Typus mit den Holothurien zu bringen sind.

ausscheidend, sondern auch aufnehmend sind, häufiger, als die männlichen. Wo beide Geschlechtsorgane vom hintern Ende weggerückt sind, liegt doch die Ausmündung der weiblichen gewöhnlich weiter nach vorn, als die der männlichen. So in den Tausendfüfsen und der grofsen Familie der Krebse. Die Blutegel und Regenwürmer bilden eine seltenere Ausnahme. Bei der bestimmten Fixirung des Poles für die Aufnahme gelangen die Sinnesorgane als Werkzeuge für die Receptivität des Nervensystems früh zu einer bedeutenden Stufe der Ausbildung.

Der Darmkanal geht, so lange der Typus unverändert ist, gerade durch. Eben so die Gefäfsstämme und das Nervensystem. Alle organische Bewegung hat also diese Hauptrichtung, nur untergeordnete Aeste gehen seitlich ab und besonders da, wo der Hauptgegensatz in der ganzen Länge wie in einer galvanischen Kette sich wiederholt, so dafs in jedem einzelnen Abschnitte ein wiederholtes Vorn und Hinten mit einem Antheil an den wesentlichen Bestandtheilen des Organismus sich findet. Daher die Geneigtheit, in mehrere Theile nach der Länge des Körpers zu zerfallen. In den wahren mit Metamorphose versehenen Insecten sammeln sich diese Glieder wieder in drei Hauptabschnitte, von denen im ersten das Nervenleben, im zweiten Bewegung, im dritten Verdauung vorherrscht, obgleich keiner der drei Abschnitte eine dieser Lebensverrichtungen ganz entbehrt.

Neben dem Hauptgegensatze von vorn und hinten ist auf höheren Stufen der Ausbildung noch ein schwächerer von oben und unten zu erkennen. Ein Unterschied von rechts und links ist nur als sehr seltene Ausnahme bemerklich und fehlt in der Regel. Eine senkrechte Ebene theilt daher den Leib in zwei gleiche Hälften, weswegen man diese Organisation eine symmetrische nennen darf. Alles, was einfach ist, liegt in dieser Mittelebene, so lange nicht durch Verkürzung des ganzen Leibes der weniger verkürzte Darm aus der Mittelebene geschoben wird *), — und alles, was in der Mittelebene liegt, ist einfach, was aufser ihr liegt, doppelt. In der Mittelebene ist aber eine Verschiedenheit von oben und unten zu erkennen, nach unten sammeln sich die animalischen, nach oben die plastischen Theile, wenn wir nur auf den innern Bau Rücksicht nehmen. Die Stämme der animalischen Theile sammeln sich also nach unten und bilden hier eine Art von Axe, von welcher die ganze Organisation zu beiden Seiten nach oben fortgeht, ein Verhältnifs, das erst durch die Entwickelungsweise ganz klar wird. (Vergl. Coroll. 4.).

---

*) In der That scheint nur in den Insecten mit Metamorphose der Darm aus der Mittelebene gebracht zu werden, zuweilen erst in der letzten Verwandlung, zuweilen schon im Larvenzustande.

Die sensible und die irritable Lebensrichtung ist in dieser Thierreihe besonders ausgebildet. Die Bewegung ist lebhaft und um so mehr entschieden nach vorn gerichtet, je mehr der Leib in die Länge gezogen ist. Je mehr der Leib in einigen Formen, wie in den Spinnen und Taschenkrebsen, verkürzt ist, um desto weniger ist die Richtung der Bewegung bestimmt. Die plastischen Organe sind wenig ausgebildet — besonders sind Drüsen selten und sie werden meist durch einfache Röhren ersetzt.

Einen dritten Typus glaube ich in dem Reiche der Mollusken zu erkennen, und ich zähle zu demselben noch auf niedern Stufen der Ausbildung die Räderthiere, und unter den Infusorien die gewundenen, oder sonst weder symmetrisch noch peripherisch gebildeten. — Man kann diesen Typus den massigen nennen, denn weder Länge noch Fläche sind vorherrschend, sondern der ganze Leib und seine einzelnen Theile sind mehr in gerundete Massen geformt, die entweder solide oder hohl sind.

e. Massiger Typus.

Da der Hauptgegensatz der thierischen Organisation, der von Aufnahme und Ausscheidung, nicht an die zwei entgegengesetzten Enden des Leibes, auch nicht in das Centrum und die Peripherie versetzt ist, so zeigt sich fast immer Mangel an Symmetrie. Fast immer liegt der ausscheidende Pol nach rechts vom aufnehmenden. Das entgegengesetzte Verhältnifs ist so selten, dafs man es ein verkehrtes genannt hat. Dagegen ist der ausscheidende Pol bald dem aufnehmenden sehr nahe, bald weit von ihm entfernt, so dafs er dem hintern Ende des Körpers sich nähert. Da der Weg der Verdauung immer durch diese beiden Pole bestimmt wird, so ist er mehr oder weniger bogenförmig. In der einfachsten Form ist der Weg ein einfacher Bogen, wie in *Plumatella*. Wenn der Kanal sich verlängert, wickelt er sich in der Mitte spiralförmig auf und die Spirale hat wahrscheinlich ihre bestimmten Gesetze. So scheint der Anfangstheil des Darmkanales immer unter den folgenden zu liegen.

Auch der Hauptstrom der Blutbewegung geht in Bogen, die nicht mit der Mittellinie des Thiers zusammenfallen. Ist die Spirale des Darmes in einer Ebene gewunden, so bildet sich dadurch freilich mehr oder weniger Symmetrie, wie in den scheibenförmigen Schnecken und den gleichschaligen Muscheln, aber diese Symmetrie ist nur sehr unwesentlich, man könnte sie fast zufällig nennen, da sie oft in sehr nahe verwandten Thieren fehlt.

Das Nervensystem besteht in zerstreueten Knoten, die durch Fäden zu einem Netze verbunden sind. Die gröfsern von jenen sammeln sich um den Schlund. Die geistigen Anlagen entwickeln sich sehr wenig und Sinnesorgane treten erst spät auf. Die Bewegung ist sehr langsam und unkräftig. Bei dem

Mangel an Gliederung verweben sich die Muskeln nach allen Richtungen und wirken auf jeden Punkt mit einzelnen Bündeln, daher Contraction nach allen Richtungen. Da dem massigen Typus gemäfs die secernirenden Theile, welche in andern Typen als Röhren auftreten, sich hier zu Knäueln zusammenwinden, so sind die Drüsen häufig und ansehnlich. Am meisten und frühesten ausgebildet sind überhaupt die plastischen Organe, und man kann diesen Typus daher auch den plastischen nennen. Da weder seitliche noch peripherische Gleichheit ihm zukommt, so kann man weder durch eine, noch durch mehrere Ebenen den Leib in gleiche Abschnitte theilen. Auch ist keine gerade Axe nachzuweisen, um welche sich die Organisation vertheilt, sie wird vielmehr durch sehr mannigfache Curven bestimmt.

f. Typus der Wirbelthiere. Animalischer Theil.

In den Wirbelthieren finden wir einen vierten Haupttypus. Er ist aber gleichsam aus den frühern zusammengesetzt. Wir unterscheiden nämlich einen animalischen und einen plastischen Theil des Leibes, welche zwar gegenseitig auf ihre Gestaltung einwirken, von denen jedoch jeder einen andern Typus in seiner Bildung offenbart. Im animalischen Theile erinnert schon die Gliederung an den zweiten Typus, auch ist Aufnahme und Ausscheidung eben so an beide Enden verlegt, aber doch besteht ein wesentlicher Unterschied. Der animalische Theil der Wirbelthiere ist nämlich nicht blofs von einer Längenaxe aus nach beiden Seiten verdoppelt, sondern zugleich nach oben und nach unten, und zwar so, dafs die beiden seitlichen nach unten zusammenlaufenden Entwickelungen den plastischen Theil einschliefsen, die beiden nach oben gehenden aber einen Centraltheil des animalischen Lebens (Rückenmark und Hirn), welcher den wirbellosen Thieren fehlt. Das feste Knochengerüste repräsentirt diesen Typus am vollständigsten, indem aus einer mittlern Axe, dem Stamme der Wirbelsäule, Bogen nach oben gehen, die in einen obern Kamm sich schliefsen, und Bogen nach unten, die mehr oder weniger in einem untern Kamme zusammenlaufen. Diesem entsprechend sehen wir vier Reihen von Nerveninsertionen am Rückenmarke, welches selbst vier Hauptstränge und einen vierschneidigen Inhalt von grauer Masse enthält. Eben so bilden die Muskeln des Rumpfes vier Hauptbäuche, wie man am deutlichsten an den Fischen sieht. Der animalische Theil ist also doppelt symmetrisch gebaut.

Ich lasse es auch hier wie in der angeführten Abhandlung in den *Verhandlungen der Kaiserl. Leopold. Academie* unentschieden, ob bei weiterer Ausbildung der Wirbelthiere das vordere Ende des animalischen Theiles immer mehr sich dem strahligen Typus nähert, und erinnere nur, dafs das Hirn mehr und mehr um die dritte Hirnhöhle sich sammelt und auch die Hirngefäfse aus einem all-

mählig immer mehr kreisförmig sich rundenden Ringe an das Hirn treten, obgleich dieser Ring von vier Gefafsstämmen gespeist wird, als Repräsentanten eines Verhältnisses, wie aus einem ursprünglich vierzähligen Typus ein strahlenförmiger sich ausbildet.

Leicht nachweisbar scheint es mir aber, wie im plastischen Theile des Leibes der Typus der Mollusken herrscht, obgleich überall unter dem Einflufs des animalischen Theiles, wodurch der Typus bald mehr, bald weniger verdeckt wird.

g. Plastischer Theil. Taf. III. Fig. 6.

Vor allen Dingen erinnert schon das plastische Nervensystem, so wie die Eigenthümlichkeit der plastischen Muskeln an den Typus der Mollusken.

Es kommt aber besonders darauf an, nachzuweisen, dafs die wesentlichste Eigenheit, die Richtung der lebendigen organischen Strömung, nach rechts hin walte. Wenn nun dieser seitliche Gegensatz sich im aufnehmenden und ausscheidenden Pole selbst nicht offenbart, so liegt der Grund wohl darin, dafs der plastische Leib vom animalischen umschlossen wird, und wo der erstere an die Peripherie tritt, er ganz dem Typus desselben unterworfen ist. Mund und After liegen deshalb in der Mittelebene des ganzen Körpers *).

Wenden wir uns an die innern Theile, so dürfen wir ferner nicht vergessen, dafs

1) fast alle organische Fortbegung eine rückgängige zur Folge hat. Wäre das nicht, so müfste mit wenigen Pulsschlägen alles Blut aus dem Körper getrieben seyn. Es kommt also nur darauf an, die Richtung derjenigen Bewegung anzugeben, welche hier die bestimmende ist.

2) dafs auch in andern Fällen die Bewegung von der ihr ursprünglich zukommenden Richtung abgelenkt werden kann, wenn sie einen Ausgangspunkt hat, der nach den Gesetzen der Organisation auch der Endpunkt einer andern, mehr Kraft besitzenden Organisation ist.

3) dafs durch den symmetrischen Einflufs des animalischen Theiles eine Strömung innerhalb des plastischen Theiles in die Mittelebene gestellt wird. Wir dürfen deshalb, wenn wir eine Bewegung auch nur zuweilen aufser dieser Ebene, aber immer in derselben Richtung abweichend finden, diese als die ursprüngliche betrachten.

*) Doch liegt in den Larven der Frösche der After in der That rechts von der Mittelebene des Schwanzes.

Diese Bemerkungen werden durch die Anwendung, die sie sogleich finden sollen, klarer werden.

α. Gefäfs-system.

Betrachten wir zuerst die Blutströmung, so finden wir freilich in den Fischen den Hauptstrom des Blutes aus dem Herzen in der Mittelebene fortgehend, ohne Zweifel aber nur wegen der Herrschaft des animalischen Theiles, in welcher Hinsicht wir auf eine bei dem Athmungsapparate zu machende Bemerkung verweisen. Und doch ist es auch hier, als wollte das Blut nach rechts, denn die Herzkammer der Fische scheint in der Regel nach der linken Seite mehr ausgedehnt, und nach links liegt auch die Vorkammer. Die Richtung, die das Blut dadurch erhält, geht also allerdings mehr nach rechts, allein der symmetrische Bau der Kiemen hält sie in der Mittelebene zurück. In allen Thieren mit Lungen geht aber der Strom des Blutes aus der linken Kammer deutlich mehr nach rechts als nach links, so dafs zur Ernährung der linken Hälfte des Kopfes das Blut oft von rechts herüber kommen mufs. Das giebt diesem Blute freilich wieder eine Bewegung von rechts nach links, die wir als Folge der Symmetrie im animalischen Theile ansehen müssen. Die vorherrschende Kraft zur Bewegung des Blutes giebt nämlich gewifs die linke Herzkammer, und diese sendet das Blut immer nach rechts. In den Eidechsen, Schlangen und Schildkröten geht alles Blut, welches zur Ernährung der vordern Hälfte des Körpers bestimmt ist, in Einem Strome zuerst nach rechts, und von da vertheilt es sich erst. Das nach vorn gehende Blut geht nun fast symmetrisch in zwei Strömen vorwärts, das für die hintere Fläche des Körpers bestimmte Blut setzt in den Vögeln seine Richtung ungetheilt nach rechts fort und mufs nun freilich, da die Symmetrie den Einflufs der bewegenden Kraft allmählig schwächt, sich nach links hinüber wenden, um die Mitte zu erreichen. In den genannten Amphibien tritt die Herrschaft der Symmetrie noch früher auf; der Blutstrom für die hintere Hälfte des Körpers ist gleich anfangs getheilt, aber viel mehr Blut strömt nach rechts als nach links, und das letztere vertheilt sich früher, als ob es mit weniger Kraft fortgetrieben wäre. In den Fröschen ist die Vertheilung gleich anfangs ziemlich symmetrisch. — In den Säugethieren steigt die Aorta zwar an der linken Seite der Wirbelsäule herab, bedenkt man aber, dafs die Stellung der Aorta immer von einem gröfsern gemeinschaftlichen Stamme für die vordere und hintere Schlagader bestimmt ist, dafs dieser gemeinschaftliche Stamm immer nach rechts gerichtet ist und sich erst nach links wendet, nachdem er auf der rechten Seite die Arterien der vordern Körperhälfte abgegeben hat, oder indem er sie auf der Umbeugung selbst abgiebt, so läfst sich das Hinübergehen auf die linke Seite als Einflufs der Symmetrie betrachten; denn der Bogen, den die Aorta bildet, ist um so weiter, je kürzer der

Hals ist. Das heifst mit andern Worten, die Aorta geht um so mehr nach der linken Seite hinüber, je näher sie dem Kopfe steht, dessen Einflufs symmetrisirend ist. In den langhalsigen Säugethieren, wo aus dem gemeinschaftlichen Stamme auf der rechten Seite der Stamm für die Kopf- und Schlüsselbeinschlagader (die vordere Aorta) abgeht, beugt sich der nach hinten gehende Ast so rasch um, dafs man kaum sagen kann, er ginge nach links. In solchen Betrachtungen finden wir auch vielleicht die Erklärung, warum überhaupt die Säugethiere in der Lage der absteigenden Aorta von den übrigen Lungenthieren abweichen. Ich glaube, der Unterschied ist in dem gröfsern Blutbedürfnisse des Hirnes begründet. Denken wir uns in einem ganz unbestimmten Wirbelthiere den Blutstrom aus der linken Kammer nach rechts gehend. Ist das Blutbedürfnifs des Hirnes grofs, so wird dieser gemeinschaftliche Blutstrom aufser der Richtung nach rechts zugleich mehr die Richtung nach vorn haben, als bei Thieren mit kleinem Hirne und Kopfe. In den letztern wird daher das Blut, das für die hintere Hälfte des Leibes bestimmt ist, nach Abgabe des Blutes für die vordere Hälfte unter kurzer Fortsetzung des Stromes nach rechts sogleich durch Einflufs der Strömung nach hinten umgebogen. Ist aber die Strömung nach vorn stärker, so wird die Strömung nach hinten erst allmählig diese Richtung besiegen, und die Aorta mufste noch weiter nach rechts und vorn fortgehen, oder wenn der Einflufs der Symmetrie das nicht zuläfst, allmählig nach links überbiegen, um nach hinten zu kommen. Dafs aber wirklich das Blut in den Säugethieren eine stärkere Strömung nach vorn hat, lehrt wohl die gröfsere Länge des gemeinschaftlichen Stammes, und dafs der Bogen um so weiter ist, je länger dieser gemeinschaftliche Stamm wieder unter den Säugethieren selbst ist, bestätigt das Gesagte. So kann man sich die Verschiedenheit in einer ungeformten Masse entstanden denken. Wie sie aus dem symmetrischen Kiemenapparate der Säugethiere hervorgebildet wird, bleibt noch künftigen Untersuchungen zu entscheiden überlassen.

Auch wo das Herz in der Mittelebene des Körpers liegt, ist der Ursprung der Aorta, so bald zwei Kammern da sind, immer so gelagert, dafs der Stofs, den die linke Kammer dem Blute giebt, nach rechts geht. Wenn die Spitze des Herzens nach links gerichtet ist, so wird dieses Verhältnifs noch stärker *(Fig. 6. Pfeil d.)*. Eine Richtung des Herzens nach rechts scheint nirgends normal. Ich glaubte sie zuweilen bemerkt zu haben, überzeugte mich aber, dafs diese Lage nur vom Hin- und Hergleiten in dem für die Untersuchung umgekehrten Thiere herrühre. Deshalb wird es erlaubt seyn, in unsrer schematischen Abbildung das Herz so zu stellen, wie es im Menschen und einigen andern

Thieren *) steht. Ich wähle die schiefe Stellung des Herzens, um an ihr zu zeigen, wie die starke Ausbildung der Verhältnisse der Strömung in einem vorherrschenden Theile wohl eine entgegengesetzte Strömung in einem abhängigen Theile desselben Systems erzeugen kann. Das Lungenblut strömt nämlich in den meisten Thieren ziemlich gerade nach hinten in das linke Herz. Wo aber dieses sich so stellt, dafs es entschieden nach rechts treibt, erhält der Strom des Lungenblutes eine geringe Richtung nach links. (*Fig.* 6. 1′.)

So viel von der Richtung der arteriellen Blutbewegung. Dafs auch der venöse Strom sich nach rechts richtet, ist noch viel deutlicher. Das Blut aus der linken Seite von der vordern Hälfte des Körpers geht sehr stark nach rechts hinüber. Wir können daher summarisch den venösen Blutstrom aus dem vordern Theile des Körpers mit dem Pfeile 2 bezeichnen. Dafs auch von hinten das Venenblut nach rechts sich bewegt, lehrt die Ablenkung der hintern Hohlvene nach rechts, je weiter sie vorrückt, so wie die Gestaltung des Rippenvenenstammes. Der Pfeil 3 repräsentirt diese Strömung.

Sie ist noch deutlicher im Pfortadersysteme (4).

β. Athmungsapparat.

Den Athmungsapparat finden wir, wenn wir einen Blick auf die gesammte Thierreihe werfen, bald an das ingestive, bald an das egestive Ende des Leibes geknüpft, bald der Länge nach zwischen beiden Extremen vertheilt. Diese verschiedene Stellung scheint der Athmungsapparat einnehmen zu können, weil seine Verrichtung sowohl in Ingestion als in Egestion besteht. Sehr nahe liegt die Vermuthung, dafs in denjenigen Thierformen, in welchen der Athmungsapparat das vordere Ende einnimmt, dasselbe mehr ingestiv wirkt, dagegen mehr egestiv, wo er, wie in Holothurien, den meisten Mollusken, einigen Insectenlarven, sich mit oder neben dem Darme ausmündet. Beziehen wir diese Vermuthung auf die Umänderung des Blutes selbst, so mufs sie freilich noch Vermuthung bleiben, denn von den wenigsten Thieren können wir für jetzt bestimmen, ob durch das Athmen das Blut mehr Stoffe aufnimmt, oder mehr Stoffe verliert. Sehr deutlich scheint es mir aber, dafs bei dem nach vorn gelegenen Athmungsapparate wenigstens die *ingestive Bewegung* die bestimmende ist, so wie bei der Lagerung nach hinten die egestive. In den Holothurien, den Mollusken, den durch das hintere

Ende

*) Die symmetrische Stellung des Herzens wird, wie es scheint, den Vierfüfsern zu allgemein zugeschrieben. Sie scheint mir nur den Thieren mit zusammengedrückter Brust zuzukommen. In Thieren mit flacher Brust steht das Herz mehr oder weniger schief und zuweilen im Embryonenzustande noch mehr als im Erwachsenen. So fand ich noch kürzlich in mehreren Embryonen von Igeln das Herz sehr stark nach links gerichtet, viel weniger in der Mutter.

Ende Luft einziehenden Insectenlarven werden durch Muskelcontractionen die Athmungsorgane entleert. Die Wiederanfüllung ist vorzüglich Folge der nachlassenden Muskelthätigkeit, wenigstens ist, wenn noch eine entgegengesetzte Muskelthätigkeit hinzutritt, diese geringer, als die ausleerende. Umgekehrt ist es in den Lungenthieren. Die Aufnahme der Luft ist hier mehr activ, die Austreibung mehr passiv. Der Weg für die Aufnahme wird also die Lagerung des Apparates bestimmen, nicht der rückgängige Weg der ausgeleerten Luft. Nun finden wir zwar die Lunge gedoppelt, aber in allen Thieren die rechte Lunge gröfser und in den ächten Schlangen sogar nur diese entwickelt, von der linken nur eine Spur. Dazu kommt noch, dafs in einigen Cetaceen, wie in der Gattung *Physeter*, das rechte Nasenloch verkümmert. Ja es mag noch allgemeiner seyn, dafs die rechte Nasenöffnung kleiner ist, als die linke, wie z. B. aus Sömmerring's Beschreibung des fossilen Hyänenschädels hervorgeht (*Nova acta Nat. cur. XIV. p.* 14.). Wir können also durch den gelben Pfeil (5) in unsrer Figur summarisch den Weg der Luft für die Athmung der Wirbelthiere bezeichnen. In den Kiemen der Fische ist freilich eine solche seitliche Differenz wenigstens nicht auffallend, allein die Kiemen sind so unmittelbar an den animalischen Theil des Leibes geknüpft, wie schon die vorübergehenden Kiemenbogen der Embryonen von Lungenthieren beweisen, dafs die Asymmetrie des plastischen Leibes sich in ihnen nicht entwickeln kann.

γ. Verdauungsapparat.

Wenn ein Apparat, wie der verdauende, von einem Pole zum andern durch die ganze Länge des plastischen Leibes hindurchgeht, so kann er freilich nicht überall seinen Inhalt nach rechts treiben. Man darf nur erwarten, dafs in den Abschnitten, wo die bewegenden Kräfte am stärksten hervortreten, die also die bestimmenden für die Lagerung des Ganzen sind, die Bewegung diese Richtung erhalte. Nun finden wir aber in allen Wirbelthieren, so viel mir bekannt ist, den Magen nach links liegend und den Pförtner an seiner rechten Seite, so wie den Anfang des Zwölffingerdarmes nach rechts gehend, er mag sich übrigens zugleich nach vorn wenden, oder nicht. Der Magen treibt also seinen Inhalt nach rechts. Dasselbe Verhältnifs ist häufig in dem muskulösen Mastdarme. Andere Abschnitte müssen nun freilich von rechts nach links gehen, allein sie sind die weniger thätigen. So denke ich mir, dafs, wenn die Speise in den Säugethieren nach links geht, um in den Magen zu kommen, dieser entgegengesetzte Weg nur durch die Macht des Magens, der, um nach rechts zu treiben, links liegt, hervorgebracht wird. Auch ist es nur der hintere Theil der Speiseröhre, der vom Magen beherrscht wird; denn wenn das Knochengerüste des Halses so stark gekrümmt ist, dafs die Speiseröhre von der untern Fläche desselben abgleitet, so

liegt, wenn ich nicht irre, die Speiseröhre immer, mit Ausnahme des hintersten Endes, nach rechts. So fand ich seine Lage in Vögeln, in Schildkröten, im Kameel, im Faulthier, und wahrscheinlich ist sie in vielen andern Säugethieren eben so. Wenn sich in den Vögeln ein gesonderter Kropf bildet, so liegt auch dieser nach rechts. Mithin hat die Bewegung vom Schlunde aus, die von den kräftigen Schlingmuskeln beherrscht wird, ebenfalls im Allgemeinen die Richtung nach rechts. Vergleiche den Pfeil 6. *)

Der Weg der Galle dürfte zwar in den meisten Fällen von rechts nach links gehen, indessen kann man diese verkehrte Richtung als abhängig von der Lage der Leber betrachten, welche von der vorherrschenden Strömung des Pfortaderblutes nach rechts gestellt wird. In der That stellt sich die Leber bei der Entwickelung des Embryo um so mehr rechts, je mehr das Pfortadersystem sich von den übrigen Gefäſsen scheidet.

δ. Geschlechtsapparat.

Was die Geschlechtstheile anlangt, so sind sie bei engerer Verknüpfung mit dem animalischen Leibe, welche auch auſser der Lagerung im erwachsenen Zustande besonders durch die Entwickelungsgeschichte klar wird, in der Regel ziemlich symmetrisch. Wo aber die Symmetrie weniger hervortritt, wie z. B. in dem weiblichen Vogel, da ist nur der linke Eingang entwickelt, das Ei wird also auch von links nach rechts fortbewegt. Wir zeigen also die Richtung dieser Bewegung durch den Pfeil 8 an.

Alle Pfeile nun, die wir nach diesen Betrachtungen in unsre Figur eingezeichnet haben, zeigen ihre Spitzen nach rechts gerichtet. —

ε. Harnapparat.

Nur die Harnwege scheinen sich diesem Gesetze nicht fügen zu wollen. Wo die Nieren nicht übereinstimmend auf beiden Seiten sind, wie in mehreren Ophidiern, ist die Niere der rechten Seite länger und mehr nach vorn gelegen. Es scheint daher der Weg des Harnes vorherrschend nach links zu gehen. Sollte die vorherrschende Thätigkeit der Nieren darin bestehen, Venenblut anzuziehen, während sie den Harn blos abflieſsen lassen: dann würden sie sich dem allgemeinen Gesetze fügen **).

---

*) Daſs der Uebergang von rechts nach links wieder einer bestimmten Norm unterworfen ist, daſs also eine bestimmte Form von Spiralgängen sich nachweisen lasse, wenn die Richtung nach rechts nicht fortgesetzt werden kann, ist wohl nicht zu bezweifeln. Doch sind hier die Störungen so mannigfach, und die Auffindung des Typus so schwierig, daſs dieser Versuch uns zu weit führen möchte. Ohnehin halte ich die Strömung nach rechts für die vorherrschende und allen Systemen gemeinsame, und sie genügt uns hier.

**) Ueberhaupt aber ist das Vorherrschen der rechten Niere auch in den Schlangen nicht allgemein. Zuweilen wird die Länge derselben durch die gröſsere Dicke der linken Niere aufgewogen, wie ich in Vipera Berus sehe. In Tortrix Scytale finde ich aber das Vorherrschen der rechten Niere nach Meckel und Finke offenbar. Merkwürdig ist es, daſs das Harnsystem das einzige ist, welches auch im peripherischen Typus abweicht.

Genug für den Beweis, dafs im plastischen Theile der Wirbelthiere die organische Strömung vorherrschend nach rechts geht, um zu erhärten, dafs die Verhältnisse des Molluskentypus in dieser Hälfte des Wirbelthiers walten.

h. Untergeordnete Typen.

Wir sind nun die vier Haupttypen durchgegangen, und es wird für unsern Zweck hinlänglich seyn, nur noch kurz zu bemerken, dafs diese Haupttypen in untergeordneten Formen abändern, wie Variationen auf ein Thema. So sind die Glieder der gegliederten Reihe bald mehr gleich unter sich, gleichsam an einen Faden aufgereiht, bald mehr um einen Mittelpunkt gesammelt. Auf diese Weise bilden sich Variationen der Haupttypen, die man sich als um ihn gelagert denken kann und von denen einige ihm näher stehen, wenn sie den Character der Haupttypen reiner darstellen, andere mehr von ihm abweichen. Diese untergeordneten Typen, verbunden mit einem bestimmten Grade der Ausbildung, geben das, was wir Thierklassen nennen. Dabei wird bald das eine, bald das andere Lebensverhältnifs mehr ausgebildet, oder richtiger: die Ausbildung des Lebens nach dieser oder jener Richtung erzeugt eben die Variationen der Haupttypen, wie diese selbst wesentlich in ihren Lebenserscheinungen verschieden sind. So sind offenbar unter den Wirbelthieren die Vögel diejenigen, in welchen die Beziehung zur Luft vorherrschend ist. Sie durchzieht ihren ganzen Körper und für sie sind die vordern Bewegungsorgane organisirt. Eben so die wahren geflügelten Insecten in der Reihe der gegliederten Thiere. Die Thierklassen theilen sich wieder in geringere Variationen, die wir Familien nennen, welche nicht nur den Haupttypus, sondern auch den Typus der Klasse mit besondern Modificationen tragen, wodurch sich der Character der Familie bildet. Modificationen geringern Grades in diesem Familien-Character geben die Gattungen. So geht es fort bis zu den Arten und Abarten.

Wenn es richtig ist, dafs alle gröfsern und kleinern Gruppen von Thieren auf einem doppelten Verhältnifs beruhen, dem der höhern oder geringern Ausbildung und der Variation der Haupttypen in Verschiedenheiten geringern Grades, und dieser wieder weiter, so ist eine einreihige Fortbildung des Thiers im ganzen Thierreiche eine unrichtige Vorstellung.

§. 4.

Anwendung dieser Darstellung auf die Geschichte der individuellen Entwickelung.

a. Der Embryo erreicht allmählig eine immer höhere Stufe der Ausbildung.

Machen wir nun von dieser Uebersicht der bleibenden Formverhältnisse unter den verschiedenen ausgebildeten Thieren auf die Bildungsgeschichte der einzelnen Individuen die Anwendung!

Vor allen Dingen ist es klar, daſs die Verhältnisse, welche wir höhern und niedern Grad der Ausbildung des Thiers genannt haben, ganz übereinstimmen mit der in der Entwickelungsgeschichte des Individuums immer mehr hervortretenden histologischen und morphologischen Sonderung (vergl. Scholion III. *c. d.*). In dieser Hinsicht ist also groſse Uebereinstimmung. Die Grundmasse, aus der der Embryo besteht, ist übereinstimmend mit der Körpermasse der einfachsten Thiere. In beiden sind wenig bestimmte Formen, ein geringer Gegensatz von Theilen, und die histologische Sonderung bleibt noch hinter der morphologischen zurück. Wenn wir nun die niedern Thiere überblicken, in einigen mehr innere Ausbildung bemerken, als in andern, und sie dann nach dieser Ausbildung in eine Reihe stellen oder aus einander entwickelt uns denken; so ist es nothwendig, daſs wir in der einen wirklich historisch begründeten Folge und in der andern genetisch gedachten Reihe eine Uebereinstimmung eben *in dieser* fortgehenden innern *Sonderung* finden, und es lassen sich also eine Menge Uebereinstimmungen zwischen dem Embryo höherer Thiere und der bleibenden Form niederer Thiere nachweisen.

b. Er geht aber nicht aus einem Typus in den andern über.

Dadurch ist aber noch nicht erwiesen, daſs jeder Embryo einer höhern Thierform allmählig die niedern Thierformen durchlaufe. Vielmehr scheint sich der Typus jedes Thiers gleich anfangs im Embryo zu fixiren und die ganze Entwickelung zu beherrschen.

Unsre Erzählung der Entwickelungsgeschichte des Hühnchens ist nur ein langer Commentar zu dieser Behauptung. Die Wirbelsaite ist der zuerst sich sondernde Theil. Von dieser erheben sich die Rückenplatten, bald treten auch die Bauchplatten hervor und das Rückenmark sondert sich. Alle diese Bildungsmomente treten sehr früh auf — und man sieht, daſs von jetzt an von einer Uebereinstimmung mit einem wirbellosen Thiere nicht mehr die Rede seyn darf, daſs vielmehr die Verhältnisse, welche den wesentlichen Character des Wirbelthiers bilden, die ersten sind, die auftreten. Es ist aber der Anfang der Entwickelungsgeschichte für alle Klassen von Wirbelthieren sehr ähnlich. Deshalb können wir nicht bloſs für die Vögel, sondern allgemeiner sagen: *Der Embryo des Wirbelthiers ist schon anfangs ein Wirbelthier,* und hat zu keiner Zeit Uebereinstimmung mit einem wirbellosen Thiere. Eine bleibende Thierform aber, welche den Typus der Wirbelthiere hätte, und eine so geringe histologische und morphologische Sonderung, wie die Embryonen der Wirbelthiere, ist nicht bekannt. *Mithin durchlaufen die Embryonen der Wirbelthiere in ihrer Entwickelung gar keine (bekannten) bleibenden Thierformen.*

Sollte sich aber für die Entwickelungsgeschichte des Individuums als Inhaber einer besondern organischen Form gar kein Gesetz auffinden lassen? Ich glaube, ja, und will versuchen, es aus folgenden Betrachtungen zu entwickeln. Die Embryonen der Säugethiere, Vögel, Eidechsen und Schlangen, wahrscheinlich auch der Schildkröten, sind in frühern Zuständen einander ungemein ähnlich im Ganzen, so wie in der Entwickelung der einzelnen Theile, so ähnlich, dafs man oft die Embryonen nur nach der Gröfse unterscheiden kann. Ich besitze zwei kleine Embryonen in Weingeist, für die ich versäumt habe die Namen zu notiren, und ich bin jetzt durchaus nicht im Stande, die Klasse zu bestimmen, der sie angehören. Es können Eidechsen, kleine Vögel, oder ganz junge Säugethiere seyn. So übereinstimmend ist Kopf- und Rumpfbildung in diesen Thieren. Die Extremitäten fehlen aber jenen Embryonen noch. Wären sie auch da, auf der ersten Stufe der Ausbildung begriffen, so würden sie doch nichts lehren, da die Füfse der Eidechsen und Säugethiere, die Flügel und Füfse der Vögel, so wie die Hände und Füfse der Menschen sich aus derselben Grundform entwickeln. Je weiter wir also in der Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere zurückgehen, desto ähnlicher finden wir die Embryonen im Ganzen und in den einzelnen Theilen. Erst allmählig treten die Charactere hervor, welche die gröfsern, und dann die, welche die kleinern Abtheilungen der Wirbelthiere bezeichnen. *Aus einem allgemeinern Typus bildet sich also der speciellere hervor.* Das bezeugt die Entwickelung des Hühnchens in jedem Momente. Im Anfange ist es, wenn der Rücken sich schliefst, Wirbelthier, und nichts weiter. Indem es sich vom Dotter abschnürt, die Kiemenplatten verwachsen und der Harnsack hervortritt, zeigt es sich als Wirbelthier, das nicht frei im Wasser leben kann. Erst später wachsen die beiden Blinddärme heraus, es tritt ein Unterschied in den Extremitäten ein und der Schnabel wächst hervor; die Lungen rücken nach oben; die Luftsäcke sind in der Anlage kenntlich, und man kann nicht mehr zweifeln, dafs man einen Vogel vor sich habe. Während sich der Vogelcharakter durch weitere Entwickelung der Flügel und Luftsäcke durch Verwachsung der Mittelfufsknorpel u. s. w. noch mehr ausbildet, verliert sich die Schwimmhaut, und man erkennt einen Landvogel. Der Schnabel, die Füfse gehen aus einer allgemeinen Form in eine besondere über, der Kropf bildet sich aus, der Magen hatte sich schon früher in zwei Höhlen geschieden, die Nasenschuppe erscheint. Der Vogel erhält den Character der Hühnervögel und endlich des Haushuhnes.

c. Der Grundtypus bildet sich zuerst, dann immer mehr untergeordnete Variationen.

Eine unmittelbare Folge, ja nur ein veränderter Ausdruck des oben Gezeigten ist es, wenn wir sagen: *Je verschiedener zwei Thierformen sind, um desto mehr mufs man in der Entwickelungsgeschichte zurückgehen, um eine Uebereinstimmung*

d. Je weniger die Entwickelung vorgeschrit-

ten ist, desto ähnlicher findet man auch sehr heterogene Thiere.

stimmung zu finden *). Wir wollen, um zu zeigen, daſs das Verhältniſs nicht bloſs für die Wirbelthiere gilt, einige Beispiele aus der niedern Thierwelt wählen. Die Differenz unter den langschwänzigen und kurzschwänzigen Krebsen ist nicht sehr groſs. Der Fluſskrebs nun hat in der Mitte seines Embryonenlebens einen ziemlich kurzen Schwanz im Verhältniſs zu dem breiten Bruststücke, und man würde ihn von kurzgeschwänzten Krebsen schwer unterscheiden, da diese nach Cavolini's Abbildung im Embryonenzustande verhältniſsmäſsig lang geschwänzt sind. Je weiter wir zurückgehen, um desto ähnlicher finden wir im Krebse die Freſswerkzeuge den Füſsen, ja sie sind im Anfange recht eigentlich die vordern Füſse, und nichts weiter. Wir haben also nicht nur ein Näherstehen am Grundtypus (Uebereinstimmung der verwandten Organe), sondern auch eine Aehnlichkeit mit den Stomapoden, Amphipoden und Isopoden, die im ausgebildeten Zustande von den Decapoden viel mehr abweichen, als diese unter sich. Dazu kommt noch, daſs in den Decapoden das Herz nach Rathke (*Iris* Bd. XVII. S. 1098.) spindelförmig auftritt und gewiſs noch eine Menge bisher noch unbekannter Uebereinstimmungen. Noch früher, wenn die Füſse zur Seite wie kleine Knötchen hervorkeimen, und noch keine Kiemen sichtbar sind, ist auch mit wahren Insecten im Embryonenzustande die Uebereinstimmung nicht zu verkennen. — Ein Schmetterling und eine Sägewespe sind noch als ausgewachsene Larven leicht zu verwechseln. Man hat zwar solche Larven auch mit Würmern verglichen, indessen muſs man gestehen, daſs der Unterschied in wesentlichen Theilen noch sehr groſs ist. Diese haben rothes Blut und keine Luftgefäſse. In jenen ist beides umgekehrt. In der That aber sind die ausgewachsenen Raupen den Myriapoden viel ähnlicher, und nur in sehr früher Zeit, wenn noch keine Luftgefäſse entwickelt sind, die sich wahrscheinlich durch histologische Sonderung bilden, ist eine nähere Uebereinstimmung mit dem Embryo des Blutegels, so lange er noch kein rothes Blut hat.

Diese Bemerkungen führen uns auf die Frage, ob wir denn nicht immer weiter zurückgehend auf eine Stufe gelangen können, wo auch die Embryonen der Wirbelthiere und der Wirbellosen übereinstimmen. Ich werde in einem spätern Zusatze, wo besonders von der Verschiedenheit des Bildungsschema für die Haupttypen der Thiere gesprochen wird, zu erweisen suchen, daſs auch die gegliederte Thierreihe mit einem Primitivstreifen ihre Entwickelung beginnt. In diesem kurzen Momente würde also Uebereinstimmung zwischen ihnen und den Wirbelthie-

*) Diese Bemerkung hebt durchaus die frühere im ersten Scholion enthaltene, von der Unbestimmtheit derselben Form im frühesten Zustande, nicht auf.

ren seyn. In dem eigentlichen Keimzustande ist aber wahrscheinlich Uebereinstimmung unter allen Embryonen, die aus einem wahren Eie sich entwickeln. Hierin liegt ein wesentlicher Grund, den Keim für das Thier selbst anzusehen (Schol. II.). Wenn im Keime des Vogels der Primitivstreifen sich bildet, so sind wir zwar geneigt zu sagen: jetzt fängt der Embryo an. Im Grunde ist dieses aber nur *der Moment, wo für den Keim der Typus der Wirbelthiere auftritt*, denn der Primitivstreifen ist keinesweges der ganze Embryo, da die Theile, die sich zu den Bauchplatten umbilden, offenbar neben ihm im Keime liegen. Es ist nur der Theil des Keimes, der zuerst individuelle Bildung annimmt. Eine sogenannte Keimhaut ist aber in den Eiern der gegliederten Thiere ganz deutlich sichtbar. Sie ist in den Mollusken fast gewifs, denn das Ei der Schnecken hat eine ungleiche Färbung der Oberfläche. Ueberdiefs habe ich die Keimschicht und das Keimbläschen, die Vorgänger des Keimes, deutlich gesehen. Deshalb ist es mir sehr wahrscheinlich, dafs alle wahren Eier einen gesonderten Keim haben.

e. Beim ersten Auftreten sind vielleicht alle Thiere gleich und nur hohle Kugeln.

Je weiter wir also in der Entwickelung zurückgehen, um desto mehr finden wir auch in sehr verschiedenen Thieren eine Uebereinstimmung. Wir werden hierdurch zu der Frage geführt: ob nicht im Beginne der Entwickelung alle Thiere im Wesentlichen sich gleich sind, und ob nicht für alle eine gemeinschaftliche Urform besteht? Wir haben so eben bemerkt, dafs allen wirklichen Eiern ein gesonderter blattförmiger Keim zuzukommen scheint. Ein solcher scheint den Keimkörnern, so weit wir ihre Entwickelung kennen, zu fehlen. Sie scheinen ursprünglich solide; indessen wäre es immer möglich, dafs sie schon beim Ablösen von der Mutter eine innere Höhlung haben, ähnlich der Centralhöhle im Dotter, welche nur wegen der Dicke der zuweilen ziemlich dunklen Wandung dem Microscope entgeht. Gesetzt aber auch, sie wären anfangs solide und würden dann hohl, wie es mir an Keimkörnern von Cercarien und Bucephalen schien *), so erkennen wir doch, dafs der erste Act ihrer selbstständigen Lebendigkeit in der Aushöhlung besteht, wodurch sie zu hohlen, dickwandigen Blasen werden. Der Keim im Eie ist nach Schol. II. *c.* auch als eine Blase zu betrachten, welche im Vogeleie zwar nur allmählig den Dotter umwächst, aber schon anfangs durch die Dotterhaut in der Umhüllung ergänzt wird, im Froscheie schon die Blasenform hat, ehe der Typus der Wirbelthiere auftritt, ja im Säugethiere vom Anfange an die geringe Dottermasse schon zu umgeben scheint **). Da der Keim aber das

---

*) *Nova Acta Acad. C. L. C. Nat. cur.* Vol. XIII. T. 2. p. 653.

**) Heusinger's *Zeitschrift für organische Physik.* Bd. II. S. 173.

unausgebildete Thier selbst ist, so kann man nicht ohne Grund behaupten, dafs die einfache Blasenform die gemeinschaftliche Grundform ist, aus der sich alle Thiere nicht nur der Idee nach, sondern historisch entwickeln. Das Keimkorn geht in diese Urform der selbstständigen Thiere unmittelbar aus eigener Kraft über, das Ei aber erst nachdem seine weibliche Natur durch die Befruchtung aufgehoben worden ist (vergl. das Coroll. zu Schol. I.). Nach dieser Einwirkung tritt die Sonderung von Keim und Dotter, oder von Leib und Nahrungsstoff auf. Die Aushöhlung des Keimkorns ist nichts anders. Im Eie jedoch ist anfangs ein fester Nahrungsstoff (der Dotter) und ein flüssiger in der Centralhöhle; der feste Nahrungsstoff wird aber auch bald flüssig.

f. Die individuelle Entwickelung der höhern Thierformen durchläuft nicht die ausgebildeten Formen niederer Thiere.

Wenn wir oben bemerkten, dafs man, um die Uebereinstimmung zweier Thierformen zu finden, in der Entwickelung um so weiter zurückgehen mufs, je verschiedener diese Thierformen später sind, so erkennen wir daraus als Gesetz der individuellen Entwickelung,

1) *Dafs das Gemeinsame einer gröfsern Thiergruppe sich früher im Embryo bildet, als das Besondere.*

Hiermit stimmt es ganz, dafs die Blasenform die allgemeine Urform ist; denn was wäre allen Thieren mehr gemeinsam, als der Gegensatz einer innern und äufsern Fläche?

2) *Aus dem Allgemeinsten der Formverhältnisse bildet sich das weniger Allgemeine und so fort, bis endlich das Speciellste auftritt.*

Das ist schon oben durch das Beispiel der Wirbelthiere und namentlich der Vögel, so wie auch der gegliederten Thiere erhärtet. Wir stellen diesen Satz nur noch einmal auf, um als unmittelbare Folgerung aus ihm folgende Sätze über die Aufgabe der Untersuchung anzureihen.

3) *Jeder Embryo einer bestimmten Thierform, anstatt die andern bestimmten Formen zu durchlaufen, scheidet sich vielmehr von ihnen.*

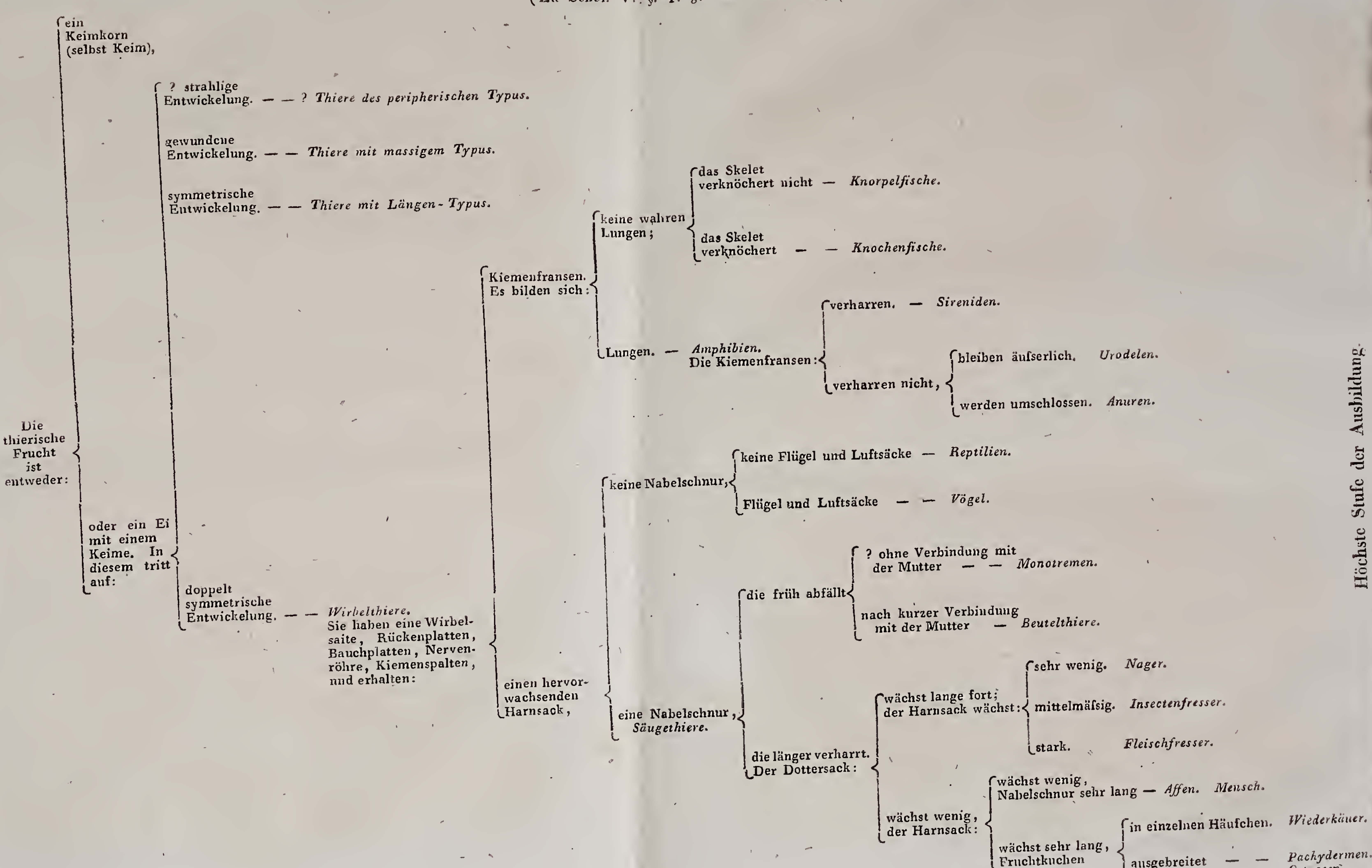
4) *Im Grunde ist also nie der Embryo einer höhern Thierform einer andern Thierform gleich, sondern nur seinem Embryo.*

Nur dadurch, dafs die am wenigsten ausgebildeten Thierformen vom Embryonenzustande sich wenig entfernen, behalten sie einige Aehnlichkeit mit den Embryonen höherer Thierformen. Diese Aehnlichkeit ist also, wenn unsre Darstellung gegründet ist, auf keine Weise das Bedingende der Entwickelungsgeschichte höherer Thiere, sondern nur eine Folge der Organisation der niedern.

Die

Darstellung des Fortschrittes der Entwickelung.

(Zu Schol. V. §. 4. g. und Coroll. 4.)



Die Entwickelung des Embryo ist in Bezug auf den Typus der Organisation so, als ob er das Thierreich nach der von französischen Systematikern so genannten *Methode analytique* durchginge, immer sich von den verwandten scheidend, zugleich aber von der niedern Stufe innerer Ausbildung zur höhern fortschreitend. Wir bilden dieses Verhältnifs durch die umstehende Tafel ab. Im Einzelnen kann sie eben so wenig genügen, wie jede Darstellung organischer Verhältnisse auf einer Fläche. So mufs auch das einzeln Aufgeführte immer für den ganzen Character gelten, z. B. Flügelbildung und Luftsäcke für den gesammten Vogel-Character. Die Darstellung kann auch nur sehr unvollständig seyn, da die Untersuchung für die meisten Thierformen kaum begonnen ist.

g. Die individuelle Entwickelung ist ein Fortschreiten aus einer allgemeinern Form in eine mehr specielle.

Dieses Schema soll nur versinnlichen, wie es sich zuerst entscheidet, ob die Frucht ein wahres Ei oder ein Keimkorn ist, wie im Keime der Eier dann noch alle Thiere gleich sind (siehe oben unter *e.*), wie dann der Haupttypus sich fixirt (was wir Auftreten des Embryo nennen), wobei es vorläufig noch unentschieden bleiben mufs, ob irgend ein Strahlthier aus einem wahren Eie sich bildet. Tritt nun der Typus des Wirbelthieres auf, so ist der Embryo anfangs nichts als Wirbelthier überhaupt, ohne bestimmten Character. Wirbelsaite, Rücken- und Bauchröhre, Kiemenspalten, Kiemengefäfse und ein Herz mit einfacher Höhle bilden sich in allen aus. Dann aber tritt eine Sonderung ein. In einigen wachsen Kiemenfasern hervor und kein Harnsack, in andern dagegen verwachsen die Kiemenspalten und es tritt ein Harnsack hervor. Die erstern sind Wasserthiere, wenn auch nicht alle bleibend, die andern Luftthiere. Die letztern bekommen alle Lungen. Verfolgen wir aber zuvörderst die erste Reihe! Die Embryonen sind längere Zeit einander sehr ähnlich, sie treiben lange Schwänze hervor und schleudern sich mit ihnen im Wasser umher. Dagegen entwickeln sich ihre Extremitäten im Verhältnifs zu andern Embryonen sehr spät und schwach. Sie bekommen nun entweder nie wahre Lungen und werden also Fische, oder es bilden sich wahre Lungen. Es entwickeln sich unter den letztern die Lungen entweder schwach, in welchem Falle die Kiemen bleibend sind und die Thiere Sireniden werden, oder die Lungen entwickeln sich stärker und die Kiemen bleiben entweder frei bis sie aufhören zu functioniren (Salamander), oder die Kiemen werden überdeckt, der Schwanz verliert sich und mit ihm die Fischähnlichkeit (ungeschwänzte Batrachier). — In der zweiten Reihe der Wirbelthiere, welche keine äufsern Kiemen erhält, ist wohl der wesentlichste Unterschied der, dafs in einigen sich ein einfacher Nabel bildet (Reptilien und Vögel), in andern dieser Nabel sich in eine Schnur auszieht, nachdem er überhaupt sich rascher gebildet zu haben scheint (Schol. II. *b.*). Wie sich nun der Vogel vom

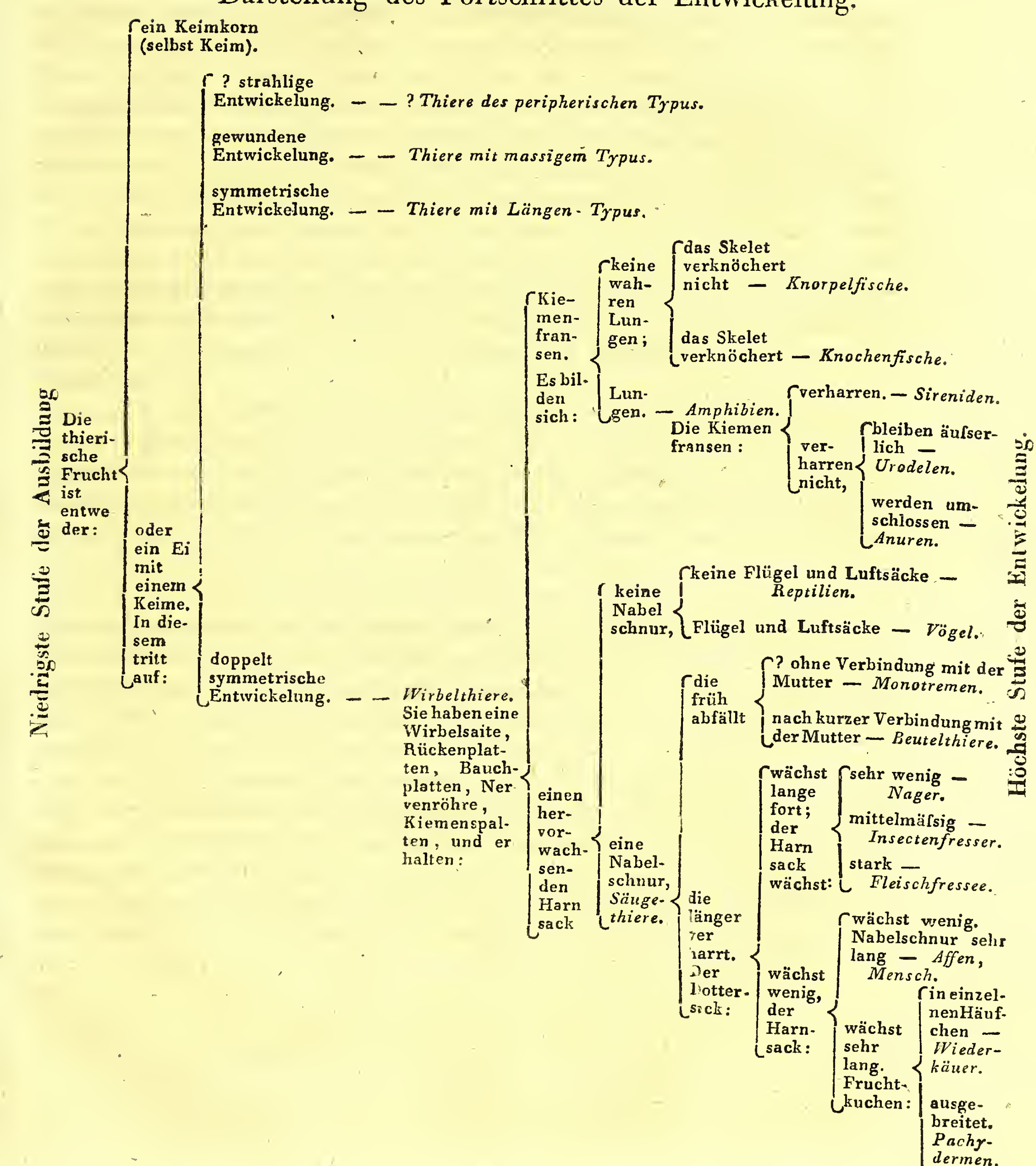
Amphibium scheidet, ist schon oben gezeigt. Wahrscheinlich tritt auch bald ein Unterschied im Gefäſssysteme ein, dessen Veränderungen in den Amphibien aber noch nicht bekannt sind. Wenn die Kiemenspalten der Eidechsen noch offen sind, sieht das Herz ganz aus wie beim Vogel um dieselbe Zeit. So wie nun im Vogel erst allmählig der specielle Character der Familie und der Gattung auftritt, so auch im Säugethier. Schwein und Hund sind sich anfangs sehr ähnlich und haben kurze Menschengesichter. Noch länger besteht die Aehnlichkeit zwischen Schwein und Wiederkäuer, deren Nebenklauen fast eben so lang sind, als die beiden mittleren. Uebrigens sind die Embryonen von Säugethieren noch lange nicht hinlänglich beobachtet, um angeben zu können, wie und in welchen Momenten sie sich von einander scheiden. Am meisten noch kennen wir die Unterschiede in der Form und dem Baue der Eier. Da diese sehr mannigfach sind in ihrer Form und ihrem Verhältnisse zur Mutter, so habe ich, um die Säugethiere aus dem Schema nicht auszulassen, vorläufig die Vertheilung nach den Eiern versucht. Man kann nämlich die Embryonen zuerst in solche theilen, welche frühzeitig geboren werden, und die in einem ausgebildeten Zustande zur Welt kommen. Unter den erstern werden die Eier der Monotremen vielleicht unversehrt geboren. In den Beutelthieren reiſst der Embryo von den Eihüllen ab. Die länger zurückgehaltenen Eier können in drei Hauptabtheilungen gebracht werden. Zu der ersten Hauptabtheilung rechne ich Eier, in denen der Dottersack noch lange fortwächst. Sie geben Säugethiere mit schmalen hakenförmigen Nägeln (Krallen). In einigen bleibt der Harnsack früh in der Entwickelung stehen und der Fruchtkuchen ist auf eine Stelle beschränkt, oder zweilappig*) — Nager —; in andern entwickelt sich der Harnsack zu einer mittelmäſsigen Ausdehnung — Insectenfresser —; in noch andern überwächst er das ganze Amnion in der Queerdimension, und der Fruchtkuchen ist gürtelförmig (Fleischfresser). — Eine zweite Abtheilung von lange entwickelten Eiern bilden Eier, in denen Dottersack und Harnsack klein sind, der Mutterkuchen einseitig und klein ist, und wie es scheint dem Mutterkuchen der Nager entgegengesetzt liegt. Das Amnion und die Nabelschnur sind hier am gröſsten. Diese Eier geben Thiere mit flachen Nägeln und dreilappigen Hemisphären des groſsen Hirnes **). Eine dritte

---

*) Daſs in den Nagern der Harnsack sehr klein bleibt, muſs ich vorläufig Cuvier nachschreiben, da ich in frühern Untersuchungen darauf nicht die gehörige Aufmerksamkeit gerichtet habe, und ich jetzt drei Monate hindurch vergeblich mich bemüht habe, trächtige Kaninchen zu erhalten. Daſs im Igel, einem Insectenfresser also, der Harnsack mittelmäſsig groſs ist, habe ich kürzlich beobachtet.

**) Es wäre sehr interessant, die Eier der Makis zu kennen, um zu entscheiden, ob sie denen der Affen sehr ähnlich sind, oder nicht.

Darstellung des Fortschrittes der Entwickelung.



Abtheilung von Eiern hat einen bald verkümmernden Dottersack, allein einen ungeheuer nach zwei Enden auswachsenden Harnsack. Diese Eier geben Hufthiere und Flossenthiere, und zwar Thiere mit gespaltenem Hufe, wenn der Fruchtkuchen über das ganze Ei vertheilt, aber doch in einzelnen Stellen gesammelt ist. Andere Hufthiere und Cetaceen, wenn der Mutterkuchen gleichmäfsig ausgebreitet ist *). — Hiernach wird die Hauptverschiedenheit der Säugethiere auch schon sehr früh im Eie bestimmt, denn je nachdem der Harnsack stark hervorwächst, oder nicht, wird das Ei lang oder kurz **). Im erstern Falle bekommt der Embryo nicht nur eine breitere Hornbedeckung für die Finger, sondern auch einen zusammengesetzten Magen, und was damit verbunden ist, lange Kiefern, ein flaches Kiefergelenk, gewöhnlich zusammengesetzte Zähne, Unfähigkeit zu greifen und zu klettern u. s. w. Es ist überhaupt die plastische Reihe unter den Säugethieren.

Einem Einwurfe gegen die ganze Darstellung kann ich nicht umhin zu begegnen, der dadurch begründet scheint, dafs zuweilen Embryonen nahe verwandter Thiere schon früh ziemlich verschieden aussehen. Es sind nämlich die Embryonen der Schlangen sehr früh aufgerollt, und unterscheiden sich dadurch merklich genug von den Eidechsen. Das rührt offenbar von der ansehnlichen Länge, in welche hier der Typus der Wirbelthiere ausgezogen ist. Die Zergliederung zeigt im innern Baue grofse Uebereinstimmung, und da das hintere Ende der Eidechsen auch eine Spirale bildet, so rührt der Unterschied wohl nur daher, dafs der Typus der Wirbelthiere in den Schlangen mehr in die Länge gezogen ist, und er *scheint* überhaupt gröfser als er *ist*, weil er so unverhüllt da liegt. Eben so sind die Larven mancher Insectenfamilien für die äufsere Betrachtung sehr verschieden nach den einzelnen Gattungen. Viel hängt hier vielleicht davon ab, ob sie längere oder kürzere Zeit im Eie verweilen. Dennoch wäre dieser einzige Einwurf, den ich gegen die gegebene Ansicht zu machen wüfste, auch nicht von Bedeutung, wenn nicht eine innere Verschiedenheit verwandter Larven nachgewiesen wird.

Von einem Durchlaufen des Embryo durch die ganze Thierreihe kann schon deshalb nicht die Rede seyn, weil er nie aus einem Haupttypus in den andern übergeht. Unser Schema lehrt aber auch augenscheinlich, wie der

---

*) Nach einer brieflichen Mittheilung von Rudolphi hat das Chorion des Delphins Aehnlichkeit mit dem der Pferde. Nach Bartholin soll es eine *Placenta exilis* seyn.

**) Vielleicht ist der Unterschied noch früher schon in der Schaalenhaut kenntlich. Siehe: *Ueber die Gefäfsverbindung zwischen Mutter und Frucht.* Leipzig, 1828. Fol.

Embryo nie durch eine andre Thierform hindurchgeht, sondern nur durch den Indifferenzzustand zwischen seiner Form und einer andern, und je weiter er rückt, desto geringer ist der Unterschied der Formen, zwischen welchen die Indifferenz liegt. In der That zeigt die Abbildung, dafs der Embryo einer gewissen Thierform im Anfange nur ein unbestimmtes Wirbelthier, dann ein unbestimmter Vogel und so weiter ist. Da er zugleich innerlich sich ausbildet, so ist er in der ganzen Reihe seiner Ausbildung zugleich ein immer mehr entwickeltes Thier.

Aber, wird man hier einwenden, wenn dieses Entwickelungsgesetz richtig seyn sollte, wie war es möglich, dafs man für das frühere so viele unläugbare Gründe anführen konnte. Die Sache ist ziemlich leicht erklärlich. Zuvörderst ist der Unterschied so grofs nicht, als er beim ersten Anblicke scheint, und zweitens hat man, wie ich glaube, bei jener Ansicht zuerst sich eine Annahme erlaubt und nachher vergessen, dafs sie nicht erwiesen war, vor allen Dingen aber den Unterschied zwischen Typus der Organisation und Stufe ihrer Ausbildung nicht beachtet. Da nämlich der Embryo allmählig durch fortgehende histologische und morphologische Sonderung sich ausbildet, so mufs er in *dieser Hinsicht* mit wenig entwickelten Thieren um so mehr übereinstimmen, je jünger er ist. Ferner weichen die verschiedenen Thierformen bald mehr bald weniger vom Haupttypus ab. Der Typus selbst ist natürlich nirgends rein ausgebildet, sondern nur unter bestimmten Modificationen. Nun scheint es aber ganz nothwendig, dafs diejenigen Formen, in welchen die Thierheit am höchsten ausgebildet ist, am meisten vom Grundtypus abweichen. In allen Grundtypen nämlich, wenn ich sie richtig aufgefunden habe, liegt eine gleichmäfsige Vertheilung der organischen Elemente. Wenn nun vorherrschende Centralorgane sich bilden, und vor allen Dingen ein Centraltheil des Nervensystemes, wonach wir doch am meisten die höhere Ausbildung abmessen müssen, so wird nothwendig der Typus bedeutend modificirt. Die Würmer, die Myriopoden haben einen gleichgliedrigen Körper und stehen dem Typus näher als die Schmetterlinge. Ist nun das Gesetz wahr, dafs bei der individuellen Ausbildung der Haupttypus zuerst bestimmt wird und nachher die Modificationen, so mufs der unentwickelte Schmetterling der ausgebildeten Scolopendra und selbst dem ausgebildeten Rundwurme ähnlicher seyn, als umgekehrt die junge Scolopendra oder der junge Rundwurm dem ausgebildeten Schmetterlinge. Nimmt man nun auf die Eigenthümlichkeiten des Rundwurmes, das rothe Blut z. B., das er auch erst später erhält, nicht Rücksicht, so kann man leicht sagen, der Schmetterling sey anfangs ein Wurm. Dasselbe ist deutlich bei den Wirbelthieren. Die Fische sind weniger vom Grundtypus entfernt, als die Säugethiere, und besonders der grofshirnige Mensch.

Sehr natürlich also, dafs der Embryo der Säugethiere dem Fische ähnlicher ist, als der Embryo des Fisches dem Säugethiere. Wenn man nun im Fische nichts erkennt, als das wenig ausgebildete Wirbelthier (und das ist die unbegründete Annahme, deren wir oben erwähnten), so mufs man das Säugethier für einen höher ausgebildeten Fisch halten, und dann ist es ganz consequent zu sagen, der Embryo des Wirbelthieres sey anfangs ein Fisch. Deswegen durfte ich früher behaupten (§. 1.), dafs mit der herrschenden Ansicht über das Entwickelungsgesetz die Ansicht von einer einseitigen Stufenleiter der Thiere nothwendig sich verbindet. Nun ist aber der Fisch nicht blofs ein unvollkommenes Wirbelthier, sondern hat aufserdem noch den Fischcharacter, wie die Entwickelungsgeschichte deutlich nachweist.

Doch schon genug! Ich habe versucht, in der Versinnlichung des Entwickelungsganges auch darzustellen, wie der Embryo des Menschen allerdings dem Fische näher steht, als umgekehrt, indem er sich weiter vom Grundtypus entfernt, und nur aus diesem Grunde ist manches Problematische, wie die Nabelschnur der Monotremen, mit aufgenommen. Im Einzelnen kann diese Darstellung eben so wenig alle Relationen richtig geben, wie jede andre Abbildung organischer Verwandtschaften auf einer Fläche, auch wenn die Untersuchung schon beendigt wäre, die doch kaum begonnen ist.

Wir fassen nur noch den Inhalt dieses Paragraphen an seinem Schlusse zusammen. Die Entwickelung eines Individuums einer bestimmten Thierform wird von zwei Verhältnissen bestimmt. 1) Von einer fortgehenden Ausbildung des thierischen Körpers durch wachsende histologische und morphologische Sonderung; 2) zugleich durch Fortbildung aus einer allgemeinern Form in eine mehr besondere.

* * *

Corollarien zum fünften Scholion.

Die Entwickelungsgeschichte ist der wahre Lichtträger für Untersuchungen über organische Körper. Bei jedem Schritte findet sie ihre Anwendung, und alle Vorstellungen, welche wir von den gegenseitigen Verhältnissen der organischen Körper haben, werden den Einflufs unsrer Kenntnifs der Entwickelungsgeschichte erfahren. Es wäre eine fast endlose Arbeit, den Beweis für alle Zweige der Forschung führen zu wollen. Da aber jene Vorstellungen von selbst sich umgestalten müssen, wenn man den Entwickelungsfortgang anders aufgefafst hat, so

mag es erlaubt seyn, Einzelnes herauszuheben, um daran den Einflufs der hier gegebenen Darstellung zu beurkunden und eben dadurch ihre Ausführlichkeit zu rechtfertigen. Ich habe versucht, auch diese Zusätze oder Anhänge so zu ordnen, dafs die frühern zum Verständnifs der nachfolgenden beitragen, doch hat es mir nicht in allen Einzelheiten gelingen wollen, wenn ich nicht viele erläuternde Episoden einschalten wollte. Man wird ohnehin über Wiederholungen zu klagen haben. Die gröfste Wiederholung geht aber schon daraus hervor, dafs alle diese Betrachtungen eben nichts sind, als Reflexe vom Inhalte dieses Scholions.

Erstes Corollarium.

Anwendung dieses Scholions auf die Lehre von den Hemmungsbildungen.

Es ist nicht mehr an der Zeit den Beweis zu führen, dafs die Mifsbildungen nur verstanden werden können aus der Kenntnifs der regelmäfsigen Entwickelung. — Nur über die Hemmungsbildungen erlaube ich mir ein Wort, da man wohl hie und da das Verstehen dieser Mifsbildung für unzertrennlich von der Ansicht einer Durchbildung der höhern Thierform durch specielle niedere Thierformen angesehen hat, und glauben könnte, dafs ein Widerspruch gegen diese Vorstellung auch ein Widerspruch gegen die Vorstellung von Hemmungsbildungen sey. Die Lehre von den Hemmungsbildungen steht aber zu fest, um durch die veränderte Ansicht von der Aufeinanderfolge der Formenverschiedenheiten in der Entwickelung der höhern Organismen erschüttert zu werden. Jedoch wird man diese Mifsstaltungen nicht für ein Zurückbleiben einer fremden Thierform, die der Embryo hätte durchlaufen sollen, sondern ganz einfach für ein theilweises Stehenbleiben auf einer frühern Stufe der eigenen Entwickelung ansehen müssen. Zuweilen ist allerdings eine Aehnlichkeit mit irgend einer bleibenden Thierform in einzelnen Theilen in die Augen springend, allein es ist eben so leicht erweislich, dafs diese Aehnlichkeit nicht das Bedingende der Mifsgestaltung, sondern das Resultat anderer Verhältnisse ist, entweder 1) weil jene Thierform dem Grundtypus näher steht, wo denn ein Zurückbleiben auf einer frühern Bildungsstufe eine höhere Form einer solchen nothwendig näher bringen mufs, oder 2) weil ein umgeändertes Bildungsverhältnifs sich dem Bildungsverhältnisse desselben Theiles in einem andern Thiere nähern kann. So ist z. B. die Nase des Menschen zuweilen in einen Rüssel verlängert, welche an den Rüssel des Schweines erinnert. Es geht aber die menschliche Nase nie durch eine Bildung hindurch, in welcher sie der Nase des Schweines ähnlich wäre. Vielmehr ist die

Nase

Nase des Schweines in der vierten Woche des Embryonenlebens nicht nur der Nase des frühen menschlichen Embryo ähnlich, sondern selbst der Nase des erwachsenen Menschen viel ähnlicher, als in späterer Zeit. Dieses Verhältnifs stimmt ganz mit der allgemeinen Regel. Die Nase der Luft athmenden Säugethiere ragt gewöhnlich nicht über die Kiefern hervor. Die Besonderheit des Schweinerüssels tritt also eben so wohl als die Besonderheit der menschlichen Nase später auf, ohne dafs eine Form durch die andere hindurch gebildet würde. Wenn nun der Mensch den Rüssel eines Schweines hat, so ist das keine Hemmungsbildung, sondern die Folge einer abweichenden Bildung, die ein Resultat hat, wie im Schweine, wo sie aus normalen Verhältnissen hervorgeht. — Da wir grade eine Formabweichung der Nase vor Augen haben, so erinnere ich nur an den Wolfsrachen, als einer unbezweifelbaren Hemmungsbildung, die aber eben so sicher nicht ein Stehenbleiben auf einer andern Thierform ist.

Zweites Corollarium.

Anwendung der gegebenen Darstellung auf die Bestimmung der einzelnen Organe in den verschiedenen Thierformen.

Die nähere Kenntnifs der Entwickelungsgeschichte wird uns auch einst die einzig sichern Bestimmungsgründe für eine passende Benennung und richtige Beurtheilung der organischen Theile in den verschiedenen Thierformen geben, und schon jetzt läfst sich in dieser Hinsicht Einiges erkennen.

Da nämlich jedes Organ das was es ist, nur durch die Art seiner Entwickelung wird, so kann sein wahrer Werth nur aus seiner Bildungsweise erkannt werden. Wir urtheilen jetzt meistens nach einem unbestimmten Gefühle, statt jedes Organ nur als isolirte Bildung seines Fundamentalorganes zu betrachten und von diesem Gesichtspunkte aus die Uebereinstimmung und Verschiedenheit in den verschiedenen Typen zu erkennen. Ein jeder Typus hat nämlich nicht nur seine Fundamentalorgane, sondern in jedem Typus theilen sich diese in individuelle Organe, die nicht ganz das seyn können, was sie in einem andern Typus sind. Wir bedürfen daher einer vollständigen Benennung, welche nicht blos die Namen der Organe aus dem Typus der Wirbelthiere auf die Organe anderer Typen anwendet, sondern diesen eigene Namen giebt, wenn sie andern Ursprunges sind. Dieser Forderung wird zwar kaum in einem Jahrhundert genügt werden können, indessen wird es gut seyn, die Aufmerksamkeit darauf zu richten. Allerdings hat schon oft die unmittelbare Beobachtung des ausgebildeten Thiers zur Erkennung

der wesentlichen Verschiedenheit geführt; vielleicht hat man aber die bedingenden Verhältnisse weniger ins Auge fassen können.

Ich erinnere zuvörderst an die Frage, wie die Reihe von Nervenknoten auf der Bauchseite der gegliederten Thiere zu benennen sey. Ein Rückenmark bilden sie gewifs nicht, da dieses aus einer Nervenröhre besteht, die nur durch das Schema, das die Entwickelung der Wirbelthiere beherrscht, erzeugt wird. Dem sympathetischen Nerven der Wirbelthiere sind jene Nervenknoten eben so wenig vergleichbar, denn sie versorgen die der Willkühr unterworfenen Muskeln, und das plastische Nervensystem liegt in den gegliederten Thieren auf der Rückenfläche *). Sie sind vielmehr die Enden der paarigen Nerven des animalischen Lebens, und eben deshalb, wie schon Weber und Treviranus bemerkt haben, den im Wirbelthier von ihrer Einfügung in das Rückenmark sogenannten Rückenmarksnerven mit ihren Spinalganglien vergleichbar. Diese Nerven haben jedoch im gegliederten Thiere nur eine Reihe von centralen und von peripherischen Enden, weil der ganze animalische Theil des Leibes ein einfach symmetrischer und nicht ein doppelt symmetrischer ist.

Ob man das vorderste Nervenknotenpaar der gegliederten Thiere Hirn nennen soll, oder nicht, hängt ganz davon ab, welche Bedeutung man dem Worte Hirn geben will. Gewifs ist es nicht *das Organ*, welches wir in Wirbelthieren Hirn nennen, denn dieses ist das vordere Ende der Nervenröhre, die den gegliederten Thieren fehlt. Es ist vielmehr das vorderste Knotenpaar in der Ganglienreihe, und da diese mit den Spinalganglien der Wirbelthiere zu vergleichen ist, so erscheint jenes sogenannte Hirn für den Längentypus das, was der Gasser'sche Knoten für die Wirbelthiere ist. Auch dieser nimmt ja Sinnesnerven auf. Man scheint ein besonderes Gewicht darauf zu legen, dafs er *über* dem Schlunde liegt. Das scheint mir jedoch eine unrichtige Ansicht. Er liegt eigentlich nur *vor* dem Schlunde. Die Mundöffnung ist nämlich wenn wir den Längentypus ganz rein in seiner Idee auffassen, nicht am vordersten Ende, sondern nach unten gerichtet, so wie auch die Mundöffnung der Wirbelthiere nicht am vordersten Ende des Typus der Wirbelthiere liegt, sondern etwas hinter ihm nach der Bauchfläche zu, weshalb ein Theil der Bauchplatten, die Wandung der Nase nämlich, vor und

*) Zwar war ich schon früher bestimmt worden, den sogenannten zurücklaufenden Nerven der gegliederten Thiere für ihr plastisches Nervensystem zu halten, weil ich im Krebse ihn weit verfolgt hatte, indessen bin ich durch eine briefliche Mittheilung des Herrn Prof. J. Müller über den Gegenstand erst vollständig belehrt. Müller's Genauigkeit in der Untersuchung und Feinheit in der Zergliederung ist es gelungen, diesen Nerven in der ganzen Ausdehnung der plastischen Organe zu verfolgen, worüber derselbe mir eine vortreffliche Abbildung mitzutheilen die Güte gehabt hatte.

über der Mundöffnung liegt. Beim Hühnchen ist es sehr deutlich, dafs der Mund nach unten durchbricht. Dafs in den gegliederten Thieren die Mundöffnung der untern Hälfte der einfachen Ringe angehört, zeigen sehr deutlich die Krebse, aber auch diejenigen Formen, die den Typus weniger verändert darstellen, die Anneliden. Im Regenwurm z. B. zeigt dieses Verhältnifs der über die Mundöffnung hinausgehende sogenannte Rüssel deutlich. Er enthält die vordersten unvollständig ausgebildeten Ringe. Wenn nun in den gegliederten Thieren die Mundöffnung zwar vorn, aber doch an der untern Fläche ist und dem vordersten Ende der Bauchfläche entspricht, so mufs nothwendig ein Nervenknotenpaar vor der Mundöffnung liegen, und dafs es der obern Wand näher liegt, als die hintern Knoten, rührt eines Theils vom Durchbruche des Mundes, andern Theils davon her, dafs es eben das vorderste Ende einnimmt. Sehr häufig liegt es wirklich in derselben Ebene mit den übrigen, wie in den Crustaceen, wo der Mund weiter nach hinten liegt, und in den Insecten, wo der Kopf mehr oder weniger mit der Mundöffnung nach unten gerichtet ist. Nur in den Anneliden ist seine Lage entschieden, aber doch nur wenig nach oben. Die hier folgende Skizze wird es anschaulich machen, dafs das sogenannte Hirn der Insecten die Bedeutung der hintern Ganglien hat und der Schlundring nur eine secundäre Bildung ist, abhängig vom Durchbruche des Mundes, veranlafst durch die Symmetrie des Baues und die nothwendige Verknüpfung aller Ganglien *).

* * * * * * *

Dafs das sogenannte Hirn in der Form häufig von den übrigen Ganglien abweicht, kann kein Widerspruch seyn, da auch diese um so weniger gleich sind, je verschiedener die einzelnen Abschnitte des Körpers ausgebildet sind. Dafs es häufig (obgleich nicht immer) an Masse überwiegt, ist unmittelbare Folge der Lage am vordern Ende, worüber ich auf das 4te *Corollarium* verweise.

Will man aber mit dem Ausdrucke Hirn nicht ein bestimmtes Organ, sondern den Centraltheil des Nervensystems überhaupt oder diejenige Nervenmasse bezeichnen, welche Sinneseindrücke empfängt, dann kann man allerdings den In-

*) Es freut mich, dafs ich noch vor Abgange des Manuscriptes das erste Heft von Meckel's Archiv für A. u. Ph. 1828 erhalte. Müller beweist hier, dafs in den Scorpioniden der Schlund gar nicht von einem Nervenringe umgeben ist. Desto besser! Wir sehen daraus deutlich, dafs dieser Ring nur abhängig ist von der Lage des Mundes und der Sinnes-Nervenknoten. In den Spinnen ist Aehnliches.

secten ein Hirn zuschreiben. Nur muss man sich dieser Bedeutung bewusst bleiben, und für die erstere Bestimmung scheinen in den Spinnen die im Bruststücke zusammengedrängten Nervenknoten als Hirn betrachtet werden zu müssen. Eine Art Bewegungshirn!

Dasselbe gilt für das Nervenhalsband der Mollusken. Es ist nicht das *Organ,* welches wir Hirn nennen, auch nicht in den Cephalopoden, sondern lediglich der Centraltheil eines Nervensystems, welches in seinen allgemeinsten Beziehungen mit dem plastischen Nervensystem der Wirbelthiere verglichen werden kann, welches aber, da es nicht an ein Hirn und Rückenmark als beherrschenden Centraltheil sich anschliesst, eine andere Form hat. Das sogenannte Hirn der Cephalopoden kann ich für nichts anders als das Nervenhalsband der Gasteropoden ansehn. In jenem sind die Ganglien zusammengeschmolzen, in diesem sind sie mehr getrennt. Es ist ein Centrum des plastischen Nervensystems und kann nur mit den Ganglien verglichen werden, welche in Wirbelthieren Fäden an die Sinnesorgane und andre Kopftheile abgeben, hier aber kein herrschendes Centrum haben, sondern sich dem Hirne unterordnen. Betrachtet man in den Wirbelthieren das *Ganglion maxillare,* das sogar auch einen Nerven aus dem Ohre erhält, in Verbindung mit dem *Ganglion caroticum, petrosum, Vidianum, ciliare,* und den Fäden, die an die Sinnesorgane und die Schlingwerkzeuge gehen, so hat man auch einen Ring, durch welchen der Anfang des verdauenden Kanales durchgeht.

Wie jeder Theil nur verstanden werden kann aus seiner Beziehung zum Typus und seiner Entwickelung aus demselben, lehren uns andre Theile noch auffallender. Die Luftröhren der Insecten sind freilich luftführende Organe, aber nicht das Organ, welches wir in Wirbelthieren Luftröhre nennen, weil dieses eine Entwickelung der Schleimhautröhre ist, die Luftröhren der Insecten aber entweder durch histologische Sonderung oder durch Hineinstülpung der äussern Haut entstanden seyn müssen.

Zuweilen hat man dasselbe Wort für verschiedene Organe nur aus Mangel eines andern Wortes angewendet, die Verschiedenheit aber allgemein anerkannt. So hat kein Anatom wohl die Flügel der Insecten für gleich mit den Flügeln der Vögel angesehen. Auch in den Füssen hat man die wesentliche Verschiedenheit der ersten Glieder wohl nie verkannt. Für die Antennen hat man mit Recht ein besonderes Wort verwendet. Sie sind auch allerdings nicht in den Wirbelthieren. Allein sie sind die Flügel des Kopfringes, das lehrt nicht nur ihre Stellung, sondern auch ihre Entwickelungsweise. Sie haben in der Puppe dasselbe Lagenverhältniss wie die Flügel, mit dem Unterschiede nur, dass sie vom Kopfe kommen. Eben deshalb sind sie auch übereinstimmend mit den Seitenanhängen der Krebse.

Welche Sinneseindrücke nun auch diese Antennen haben mögen, so sind sie doch nie die Tastorgane, Riech- oder Hörorgane der Wirbelthiere, sondern empfindende Kopfflügel.

Ich möchte durch diese Betrachtungen verständlich machen, wie ein jeder Typus für sich studirt seyn will, und im Grunde seine eigenen Organe hat, welche nie ganz so in andern Typen sich wieder finden. Zuweilen wird zwar der Unterschied nur gering seyn. Der Verdauungskanal entsteht bei allen Thieren aus der dem Dotter zugekehrten Fläche. In ihm wird der geringste ursprüngliche Unterschied sich erkennen lassen. Allein in seiner fernern Gliederung in Organe wird sich dennoch für die Bedeutung der einzelnen Organe ein Unterschied auffinden lassen, denn bekanntlich ist es oft sehr schwer, die einzelnen Abtheilungen, wie Magen u. s. w. zu benennen. Es wird besser gelingen, wenn wir jeden Theil nur nach andern Thieren desselben Typus bestimmen. — Wie wenig sich die Geschlechtstheile der massigen Reihe aus den Wirbelthieren deuten lassen, ist bekannt. Noch auffallender ist das Tentakelsystem mit seinen Gefäſsen, welches in mannigfachen Verschiedenheiten in den strahligen Thieren sich findet, denn die flimmernden Rippen der Beroen und das Ringgefäſs einiger (wenn nicht aller) Medusen darf man wohl als Modification dieses Systems betrachten. In den gegliederten Thieren und den Wirbelthieren kennen wir aber nichts Aehnliches. Es ist wohl dem peripherischen Typus eigenthümlich.

Es wird hinlänglich seyn zu bemerken, wie wenig also die Vorstellung der Natur entspricht, daſs alle Thiere nur als zerstreute Organe der menschlichen Organisation zu betrachten sind. Einige Organe des Typus der Wirbelthiere mögen immerhin die Organe der massigen und der gegliederten Reihe in sich enthalten, wie es für die Sinnesorgane wenigstens mir wahrscheinlich ist.

Wie selbst in den Wirbelthieren die Entwickelungsgeschichte nur in der Deutung der Organe leiten kann, werde ich vielleicht in einer besondern Abhandlung zeigen.

Drittes Corollarium.

Anwendungen auf die Erkenntniſs der thierischen Verwandtschaften.

a. Einreihige Verwandtschaft der Thiere ist herrschende Vorstellungsweise.

Ich habe oben (Schol. V. §. 1.) zu behaupten gewagt, daſs die Vorstellung von einer einreihigen Aufeinanderfolge der Thiere die vorherrschende ist, und ich sehe voraus, daſs man diese Aeuſserung für viel zu weit gehend ansehen wird, da nur wenige Naturforscher unserer Tage sich laut und entschieden für dieselbe erklären, ja nicht wenige bestimmt sich gegen dieselbe ausgesprochen haben. Ich muſs daher meine Behauptung mit einigen Zügen zu beweisen suchen.

Die Ansicht hat, wie ich glaube, viel mehr unbewufste als bewufste Anhänger. Es scheint mir nämlich, dafs aus längst verflossener Zeit sich eine Menge Vorstellungen, die auf der Ansicht von einer Stufenleiter beruhen, sich fortgepflanzt haben und ohne dafs wir es wüfsten, unsrer Ansicht der organischen Verwandtschaft eine Farbe geben, die nicht aus der Untersuchung stammt. Sind die Behauptungen, dafs die Cephalopoden oder die Krebse sich an die Fische anschliefsen oder gar in sie übergehen, nicht Ausdrücke dieser Grundansicht? Aus einer unmittelbaren und freien Vergleichung der Organisation können sie doch wohl nicht hervorgegangen seyn. Eben so unbegreiflich ist die Verbindung zwischen den Echinodermen und Mollusken. Gehen diese Versuche, zwischen zwei entlegenen Ländern Brücken zu schlagen, nicht aus dem Bestreben hervor, jedes Glied auf zwei Seiten anzuknüpfen? Hatte man nämlich die Crustaceen aus dem Typus, der in den gegliederten Thieren herrscht, verstehen gelernt, so wollte man nun, da man sie als die am meisten ausgebildeten derselben betrachtete, (womit ich nicht einstimmen möchte,) auch von ihnen weiter gehen. Eben so glaubte man, es müsse ein Weg von dem höchsten Strahlthiere zu andern Ländern führen. — Sehen wir aber nach unsrer Ansicht die einzelnen Formen oder Gruppen von Formen als Variationen auf ein Thema an, so werden wir die Uebergänge nur einzeln finden und nur als Folge der Umbildungsfähigkeit einer Form, eben deshalb nicht als an sich nothwendig und bestimmend. Dann werden wir nicht verleitet werden, im Heterogen Uebereinstimmung zu finden, indem wir die Stufenfolge nicht als das Bedingende der thierischen Formverschiedenheiten ansehen.

Die Streitfrage, ob die gegliederten Thiere oder die Mollusken höher stehen, scheint mir ebenfalls nur auf dieser Ansicht einer einreihigen Ausbildung zu beruhen. Fafst man das Wesen der verschiedenen Typen gehörig auf, so scheint es leicht einsichtlich, wie in dem einen die plastischen Bildungen vorherrschen, in dem andern Empfindungs- und Bewegungsorgane. Das Herz und die Leber der Mollusken, so wie überhaupt ihre Drüsen, werden uns also wohl nicht bestimmen können, sie höher als die gegliederten Thiere zu stellen. Beinahe eben so einseitig wäre es, diese alle über die Mollusken zu stellen, obgleich sie im Allgemeinen doch durch gröfsere Mannigfaltigkeit der Aeufserungen des Lebens eher auf eine solche Stelle Anspruch machen könnten. Im Grunde hat aber jeder dieser Abschnitte des Thierreiches sein eigenes Maafs, welches nur aus seinem Typus genommen werden darf. Je gröfser die histologische und morphologische Sonderung, desto höher nach unsrer Ansicht die Ausbildung innerhalb desselben Typus. Eine geringere morphologische Sonderung ist aber immer eine Annäherung an den Grundtypus. Niedriger organisirt scheinen uns also die Anneliden wegen

Gleichheit der Glieder trotz des Gefäſssystems, dessen Beschränkung in den Insecten leicht verständlich ist durch die Entwickelung der Luftgefäſse. Nicht viel höher stehen uns die Myriapoden, deren Freſswerkzeuge noch wahre Kopffüſse sind und deren Kopf nur wenig von den übrigen, fast gleichen Ringen geschieden ist. In den Thysanuren und Parasiten tritt mehr morphologische Sonderung hervor, und sie lassen den Bau der wahren Insecten ahnden.

So wie sich stufenweise Umbildungen von den Annulaten durch die Myriapoden, Thysanuren, Parasiten zu den wahren Insecten erkennen lassen, eben so durch die Isopoden, Amphipoden, Stomapoden zu den Decapoden und durch die Scorpioniden zu den Araneiden. Warum man aber die eigentlichen Spinnen oder die Decapoden unter den Krebsen für höher ausgebildet halten soll, als die eigentlichen Insecten, ist nicht klar. Etwa des vollständigen Gefäſssystems wegen? Dieses ist ja nur Folge einer weniger lebhaftern Wechselwirkung mit der Luft, deren stärkerer Einfluſs immer die Entwickelung des thierischen Lebens fördert. Giebt uns dagegen das Individualisiren der organischen Bestandtheile das Maaſs für die Ausbildung, so bemerken wir in den zehnfüſsigen Krebsen auſser der geringen histologischen Sonderung, die mir offenbar scheint, eine Tendenz, Sinnesorgane, Bewegungsorgane und plastische Organe in Einen Haupttheil zusammenzudrängen, wodurch zwar der Typus stark umgestaltet wird, die wesentlichen Theile aber wenig gesondert werden; in den Spinnen ist wenigstens der plastische Leib vom animalischen gesondert, in den Insecten mit Metamorphose aber scheiden sich Sensibilität, Irritabilität und Plasticität, und zwar nur bei vollendeter Entwickelung. Am höchsten ausgebildet unter ihnen scheinen mir wieder diejenigen, deren Bruststück nicht wie im Floh, den Coleopteren, Orthopteren in mehrere gesonderte Ringe zerfällt, sondern in Einen gesammelt ist. Diese sind es auch, in denen die ursprünglich übereinstimmenden Theile, wie die Füſse und Freſswerkzeuge, die gröſste Verschiedenheit erlangt haben. Sie sind es, welche die am meisten ausgebildeten Flügel besitzen und die uns überhaupt die mannigfaltigsten Aeuſserungen des Lebens offenbaren. Zwar zeigen uns die Krebse ein Ohr und eine Nase. Allein wir dürfen nicht übersehen, daſs der Kopf der Insecten klein genug ist, um solche Theile zweifelhaft zu machen, daſs einige Naturforscher sie wirklich gefunden zu haben glauben und daſs auf jeden Fall die Sinnesempfindungen nicht fehlen.

b. Die verschiedenen Thiere sind vielmehr Variationen gewisser

Wenn es gelingt, alle hergebrachten Vorstellungen von einer Stufenleiter ganz los zu werden, dann wird man jede Form als Modification einer allgemeinern Form und diese als Modification eines Grundtypus betrachten und von diesen Gesichtspunkten aus verstehen lernen. Dann wird man mehr darauf Bedacht haben,

Hauptformen.

für jede Thierart die allseitigen Verwandtschaftsverhältnisse zu bestimmen, als die Stelle in einer allgemeinen Stufenleiter. Sucht man aber nach einer Stufe der Ausbildung, so wird man diese nur nach dem Maaſse der Sonderung der Theile und innerhalb des Typus, dem das Thier angehört, aufzusuchen haben. Daſs aber wirklich die hergebrachten Vorstellungen von einer Stufenleiter Leiter unserer Ansichten geworden sind, dafür glaube ich doch noch einige Beweise aufstellen und beleuchten zu müssen.

Man spricht so oft von Rückschritten in der Metamorphose einer ganzen Thierform oder eines einzelnen Organes. Sollte sich unter solchen Rückschritten wirklich etwas klar denken lassen, wenn man nicht annimmt, daſs die Gestaltung eines Thiers das Bedingende der Gestaltung eines andern Thiers ist? So viel ist aber wohl einsichtlich, daſs einer solchen Darstellung schon die Vorstellung einer Stufenleiter zum Grunde liegt. Wenn man nämlich die offenbar verwandten Thiere zusammenstellt und nun sie mit den Formen ihrer höchsten Ausbildung an eine andere Reihe unten anschlieſst, so wird man in dieser einen Rückschritt erkennen. Ich will nur kurz an das oben (Scholion V. §. 3. *a.*) benutzte Beispiel der Fische erinnern. Ja man spricht von dem Rückschritte einzelner Organe, und setzt dann doch voraus, daſs jedem Organe eine fortschreitende Entwickelung von der Monade zum Menschen zukomme, und daſs diese Entwickelung nach der Reihenfolge der Thiere realisirt seyn sollte, wovon man denn nun die einzelnen Ausnahmen angiebt. Sind aber die Organe Modificationen von Fundamentalorganen, und diese verschieden nach dem Schema der Entwickelung (vergleiche das folgende Corollarium), so scheint in der Aufgabe selbst eine irrige Voraussetzung zu liegen. Ich glaube daher, daſs es für die vergleichende Anatomie, wenn sie auf die Erkenntniſs der Bildungsgesetze gerichtet seyn soll, der einzig richtige Weg ist, auſser der steten Beziehung zu einem Grundtypus, dem das ganze Thier angehört, die Organe für sich in den verschiedenen Formen zu vergleichen, wie Burdach in seiner Physiologie unternommen hat, ohne die Formen so an einander zu reihen, wie man die Thiere, denen sie angehören, in anderer Beziehung für mehr oder weniger ausgebildet hält. Man wird dadurch erkennen, wie die allgemeine Bildung des ganzen Körpers eines Thiers, oder sein Verhältniſs zur Auſsenwelt, auf die Gestaltung der einzelnen Organe einwirkt und sich von verführenden Voraussetzungen frei halten.

c. Rückschritte liegen nur in unsrer Vorstellungsweise.

Daſs aber diese Rückschritte in der Ausbildung der Organe nur ein Schein sind, der auf einer vorausgesetzten einreihigen Ausbildung beruht, sieht man am deutlichsten daraus, daſs sie schwinden, wenn man die Thiere nach einem andern organischen Systeme ordnet, als man eben zum Grunde gelegt hat. Ich hebe ein

Bei-

Beispiel für viele hervor. Wenn ich die Ueberzeugung habe, dafs die gegliederten Thiere in Eine Reihe fortgehender Ausbildung zu stellen sind, und sie nach der Ausbildung im Gefäfssysteme ordne, so kann ich sie so auf einander folgen lassen: Wahre Insecten, Myriapoden, Arachniden, Anneliden. Dann sind die Augen durch die ganze Reihe zurückschreitend. Ordne ich sie nach den Sinnesorganen und insbesondere nach den Augen, so sind umgekehrt die Gefäfse rückschreitend. Von den Athmungsorganen und dem Gefäfssysteme versteht es sich ohnehin von selbst, dafs das eine gegen das andere zurückschreitend scheint, da diese Systeme sich antagonistich bedingen. Betrachte ich sie als Modificationen eines Grundtypus, in welchen bald dieses bald jenes System mehr aus der einfachen Grundform umgebildet ist, so fallen alle Rückschritte weg.

d. Die Variationen sind in verschiedenen Systemen verschieden.

Was ich hier von den gegliederten Thieren gesagt habe, um ein anschauliches Beispiel für sie zu wählen, gilt durchaus nicht für sie allein, auch nicht blofs für das antagonistische Verhältnifs von Athmungsorganen und Gefäfssystem. Es zeigt sich überall, wo überhaupt die Variation mannigfaltig ist. Ueberblicken wir die verschiedenen Formen der Säugethiere, so finden wir für eine Reihe von Organen andre Verwandtschaften, als für eine andere. Nehmen wir auf die Bildung des animalischen Theiles Rücksicht, die wir am Skelette am deutlichsten abmessen, so sind die Fledermäuse von allen eigentlichen Vierfüfsern gar sehr verschieden. Wir müssen in ihnen die am meisten abweichende Ordnung bilden. In Hinsicht der Verdauungsorgane sind sie den Insectenfressern gleich. Pallas, der in der *Zoographia rosso-asiatica* die Fledermäuse mit dem Maulwurfe eng verbindet, scheint mir daher eben so viel Recht zu haben, als Tiedemann, der ungefähr gleichzeitig sie in seiner *Zoologie* weit von einander trennt. Aus denselben Gründen verbindet Tiedemann den Seehund mit dem Dugong, die bei Pallas weit aus einander stehen. Dieser hat die Extremitäten, jener die Zähne gelten lassen. Was lehren solche Beispiele anders, als dafs die verschiedenen organischen Systeme verschieden variiren. Maulwurf und Fledermaus suchen dieselbe Beute, jener in der Erde, diese in der Luft. Ihre Bewegungsorgane sind daher verschieden nach dem Aufenthaltsorte. Der Dugong und der Seehund sind beide im Wasser, haben flossenartige Extremitäten, aber was sie im Wasser suchen, ist ganz verschieden. So ihr Gebifs und ihr Magen.

Giebt unter solchen Verhältnissen eine Annäherung an den Menschen nicht immer für jedes organische System eine verschiedene Thierreihe, und wenn das ist, sind die Rückschritte nicht sinnlos? Es ist überhaupt der Mensch wohl nur in Hinsicht seines Nervensystems und dem, was zunächst damit verbunden ist, die höchste Form der Thiere. Der aufrechte Gang ist nur Folge der höhern Ent-

wickelung des Hirnes, da wir überall finden, dafs, je mehr das Hirn das Rückenmark überwiegt, um so mehr es sich über dasselbe erhebt. Ist diese Bemerkung gegründet, so lassen sich alle körperliche Unterschiede zwischen dem Menschen und andern Thieren auf die Hirnbildung zurückführen, und dann ist auch der Vorzug des Menschen nur ein einseitiger, wenn auch der wichtigste. Man mufs in der That vom Vorurtheil eingenommen seyn, wenn man nicht den Magen des Rindviehes, der das Gras in Chylus umwandelt, für vollkommner hält, als den Magen des Menschen.

Viertes Corollarium.

Eintheilung der Thiere nach der Entwickelungsweise.

a. Blick auf die Pflanzen und ihre Eintheilung.

Es ist in der That merkwürdig, dafs man von den Thieren behauptet hat, ihr Embryo durchlaufe die Formen anderer Thiere, die man für die niedern hält, während etwas Aehnliches von den Pflanzen nie behauptet ist. Noch hat kein Botaniker zu beweisen gesucht, dafs der Embryo der dicotyledonischen Pflanzen anfänglich monocotyledonisch sey, oder umgekehrt. Der Unterschied zwischen den Monocotyledonen und Dicotyledonen besteht aber nur in einer Verschiedenheit des Bildungstypus — und so bestätigt es sich auch hier, dafs der Typus gleich anfangs bestimmt wird, einen ganz kurzen Moment etwa abgerechnet, wo äufserlich wenigstens kein Typus kenntlich ist. — Es bewährt sich ferner gleichfalls an den Pflanzen, dafs in der Entwickelung zuerst die allgemeinere Form sich zeigt und aus dieser die speciellere sich entwickelt; denn die Samenblätter sind roh und wenig geformt, für eine Menge Pflanzen gleich, nur im Typus verschieden, und darauf erst entwickeln sich die speciellen Formen der Blätter, Knoten und Internodien, welche die individuelle Pflanzenform bestimmen.

Wir können vielleicht noch mehr von den Botanikern lernen. Sie haben das Reich der Pflanzen in gröfsere Provinzen nach der Entwickelungsweise des Embryo eingetheilt in *Acotyledonen*, *Monocotyledonen*, *Dicotyledonen*. Man könnte und sollte, demselben Principe folgend, das Reich der Thiere nach der Entwickelungsweise eintheilen.

Indessen dürfte man einwenden, dafs ja die Bildung der Cotyledonen, als der ersten Blätter, mit der spätern Form der blattförmigen Entwickelungen übereinstimmt, und dafs die Eintheilung der Pflanzen nach den Samenblättern eben nichts ist, als eine Eintheilung nach dem Typus der blattförmigen Bildungen selbst, und also nach dem Bildungstypus der ganzen Pflanze. Diese Bemerkung ist sehr richtig, aber sie beweist nicht, dafs die Eintheilung nach den Samen-

blättern unpassend ist. Denn da im Embryonenzustande der Typus am reinsten sich zeigt, am wenigsten zu einer individuellen Modification umgewandelt, wie eben schon das allgemeine Gegenüberstehen der Samenblätter in dicotyledonischen Pflanzen erweist, während die späteren Blätter oft abwechselnd stehen, so ist eben der Character der Hauptgruppen — der Typus — im Embryonenzustande deutlicher, und die Botaniker sind durch die gröfsere Einfachheit der Formverhältnisse und durch die gröfsere Leichtigkeit, den Embryo zu untersuchen, dahin geführt, die Hauptgruppen nach ihm zu bilden. Die Zoologen sollten sich bemühen, ihnen hierin nachzukommen und dabei von der Ueberzeugung ausgehen, dafs das Aufsuchen von verschiedenen Schematen der Entwickelung nichts anders ist, als ein Suchen nach den verschiedenen Typen der Organisation, da ja eben die besondere Entwickelungsweise die Besonderheit der Organisation erzeugt.

b. Primärer Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren in der Entwickelung.

Vergleichen wir vorher die Bildungsgeschichte der Pflanzen im Allgemeinen mit der Bildungsgeschichte der Thiere, so werden wir manche Uebereinstimmung, aber auch wesentliche Verschiedenheiten finden, die auf dem wesentlichen Unterschiede zwischen Thier und Pflanze beruhen müssen, und diese Verschiedenheiten können uns vielleicht einige Winke für die bisher noch nicht genug gekannten Entwickelungsformen der Thiere geben. — Wir finden in den Pflanzen ebenfalls wie bei den Thieren einen paarigen und einen unpaarigen Typus in den Monocotyledonen und Dicotyledonen. Nie aber wächst *in den Pflanzen* das Paarige wieder zusammen, wie in den Thieren, sondern alle Entwickelung der Blätter, der Blumenkronen, der Staubwege und selbst der Samenkapseln besteht in einer fortgehenden *Entfaltung nach aufsen. Im Thiere* wölben sich die paarigen Platten gegen einander und verwachsen innig, *Höhlen umschliefsend.* Die vegetabilische Entwickelung ist also fortgehende Entfaltung, die animalische, wenigstens in den höheren Formen, eine Umbildung, auch wenn sie von einer Axe ausgeht. Damit stimmt es auch, dafs in ersteren der bei der Zeugung mitgegebene Nahrungsstoff, der vor der Zeugung von der Masse des zukünftigen Embryo noch nicht geschieden ist, nie ein innerer ist, und das lehrt uns wieder eine ursprüngliche Verschiedenheit. Im Augenblicke nämlich, wo die Masse des werdenden Embryo sich vom Nahrungsstoffe scheidet, wie der Keim vom Dotter, mufs die Scheidung ein verschiedenes Lagerungsverhältnifs haben, worin wir von neuem einen Beweis finden können, wenn es eines solchen überhaupt bedürfte, dafs die erste Sonderung des Keimes nicht verschieden ist von seinem fernern Wachsthume, sondern nur der Anfang desselben, und eine Bestätigung der Ansicht, dafs, wenn auch eine Zeitlang der thierische Keim in einigen Thieren den

Dotter nur bedeckt, ohne ihn ganz zu umschliefsen, man doch diese Keimhaut als umhüllend ansehen darf (denn sie strebt danach) und als das Thier selbst (Schol. II. §. 2.).

c. Verschiedene Formen der Entwickelung in den Thieren.

Wenn wir die Entwickelungsweise der verschiedenen Thierformen kennten, so wäre es der naturgemäfse Gang der Untersuchung, in der Entwickelung die verschiedenen Schemata der Bildung aufzusuchen und daran die Typen der Organisation zu erkennen. Leider aber ist die Untersuchung sehr weit zurück, und wir haben daher versucht, vorher die Typen nach den ausgewachsenen Thierformen aufzustellen, und wollen nun die Frage über die Verschiedenheit der Entwickelungsweise derselben etwas beleuchten.

d. Doppelt symmetrische Entwickelung der Wirbelthiere.

Das Schema, nach welchem die Wirbelthiere sich ausbilden, ist sehr ausführlich von uns untersucht worden. Wir müssen aber zur nähern Vergleichung das Resultat hier nochmals wiederholen. Es läfst sich so zusammenfassen: Die Entwickelung der Wirbelthiere geht von einer Axe nach oben, in zwei Blättern, die in der Mittelebene verwachsen, und auch nach unten in zwei Blättern, die ebenfalls in der Mitte verwachsen. Dadurch bilden sich zwei Hauptröhren über einander. Während der Bildung derselben sondert sich der Keim in Schichten, und so bestehen daher beide Hauptröhren aus untergeordneten Röhren, die sich einschliefsen als Fundamentalorgane, und welche die Fähigkeit enthalten, zu allen Organen sich auszubilden, durch welche die Oeconomie des gesammten Lebens mit Ausnahme der Fortbewegung unterhalten wird. Diese Entwickelungsform darf man wohl, besonders da die Asymmetrie der plastischen Organe nur durch Umänderung erreicht wird, eine *doppelt symmetrische*, eine *Evolutio bigemina* nennen. (Schol. IV.) — Erst später wachsen Organe hervor, welche dem Thiere die Fähigkeit geben, bewegend auf das Element einzuwirken, in oder auf welchem es lebt — die Extremitäten. Diese Organe bestehen wenigstens aus zwei Hauptgliedern: das Wurzelglied und das Endglied; das erstere bildet einen Gürtel, welcher beide Hauptröhren einschliefst. Der Bau des Endgliedes wird durch das Element bestimmt, auf welches es wirken soll. Wenn in diesem Elemente der Rumpf schwebt, so finden sich keine ausgebildete Mittelglieder. Soll aber der Rumpf auf dem Elemente getragen werden, so bilden sich zwischen beiden Gliedern noch zwei Mittelglieder. (Corallar. zu Schol. IV.)

e. Symmetrische Entwickelung in den Thieren des Längen-Typus.

Was das Schema anlangt, nach welchem sich die gegliederten Thiere ausbilden, so ist nicht zu bezweifeln, dafs ihr Leib sich nach dem Rücken zu schliefst. Schon Cavolini's Untersuchungen und Abbildungen über Entwickelung der Taschenkrebse lassen dieses Verhältnifs vermuthen. Es geht deutlich hervor aus Herold's Untersuchungen über die Entwickelung der Spinnen.

Es ist von Rathke und mir mit Bestimmtheit am Flufskrebse beobachtet worden. Mit ungemeiner Deutlichkeit kann man aber den ganzen Verlauf der Entwickelung an der Wasserassel *(Oniscus aquaticus L.)* verfolgen, wo auf dem goldgelben Dotter der werdende weifse, mehr als im Krebse in die Länge gezogene Leib sich sehr kenntlich macht. — Die Entwickelung geht ferner von einem Primitivstreifen aus, welcher in der Mitte der Bauchfläche des werdenden Thieres liegt. Dieser Primitivstreifen ist zwar im Flufskrebse etwas modificirt, indem er am vordern Ende in einen Kreis ausläuft, so dafs er ungefähr der *Raquette* gleicht, mit der man Federbälle wirft. Allein diese kreisförmige Erweiterung gehört wohl nicht zum Grundtypus der Wirbelthiere, sondern scheint eine Besonderheit der Krebse zu seyn, die daher rührt, dafs im vordern oder Bruststücke des Krebses die Glieder um einen Mittelpunkt zusammengedrängt, der Typus also modificirt ist. In Fliegeneiern habe ich aber einen gleichmäfsigen, scharf ausgebildeten Streifen gesehen, den ich für den nicht modificirten Primitivstreifen halte. — Es geht ferner dem Primitivstreifen ein Keim vorher, den man auf den Eiern der Krebse deutlich sieht, und den Herold aus Spinneneiern abbildet. Dieser Keim scheint wie im Hühnereie in Form eines sehr dünnen Ueberzuges den Dotter zu umhüllen, ehe die Seitentheile des Leibes sich nach oben schliefsen.

Von dem Primitivstreifen nämlich erhebt sich der Leib des werdenden Embryo in Form von zweien Blättern (wenn wir vorläufig auf die Bildung der Extremitäten noch keine Rücksicht nehmen), die gegen die Mittellinie zusammenwachsen. Sie spalten sich ebenfalls, wie im Embryo der Wirbelthiere, in mehrere Lagen, welche in einander liegende Röhren erzeugen. Es ist offenbar, dafs eine innere Lage den Darm bildet, also eine Schleimhautröhre ist; eine äufsere Lage bildet die Haut, die sich später wieder in zwei untergeordnete Lagen theilt, die äufsere für das Hornskelet und die innere eng anliegende für die eigentliche Haut. Zwischen der Hautröhre und der Schleimhautröhre liegt eine mittlere, aus welcher sich die Muskeln und Nerven scheiden mögen. Es scheint nämlich, dafs die Nerven dieser Thiere sich nur durch histologische Sonderung, nicht aus einem eigenen Blatte bilden. Ob noch mehr Blätter da sind, ob namentlich ein eigenes Gefäfsblatt sich unterscheiden lasse, werden wohl erst Rathke's genaue und fortgesetzte Untersuchungen lehren.

Das Angegebene ist schon hinlänglich für uns, um daraus zu erkennen, dafs in den gegliederten Thieren die Entwickelung eine *von der Bauchfläche fortgehende symmetrische* ist, eine *evolutio gemina.* Das Schema für die Entwickelung dieser Thiergruppen ist also nur die Hälfte von dem Schema der Entwickelung der Wirbelthiere. Wenn wir dieses mit einer 8 vergleichen konnten,

so ist jenes die Hälfte dieser Ziffer, und zwar die untere, dem Dotter zugekehrte Hälfte, aber umgekehrt liegend. Auch die innern Theile haben in Bezug auf die Centrallinie, von der die Bildung fortschreitet — die Mittellinie der untern Fläche, in welcher aber keine gerundete Axe sich zu bilden scheint — dieselbe Lage; denn nach der Centrallinie (*Taf. III. Fig.* 8. *a*) hin liegen die Stämme und Centraltheile der animalischen Nerven und ein Theil des Gefäfssystems (wenn auch diese Gefäfse nicht immer in der Mittellinie liegen, wie die Aorta und die Hohlvene der höhern Thiere, so ist doch öfter der Fall z. B. bei den Krebsen nach Audouin, beim Regenwurm, überhaupt wohl immer, wo die Bauchgefäfse unpaarig sind; paarige müssen freilich seitlich seyn. Nach der Schlufslinie zu (ebend. *a'*) liegt das Herz mit andern Gefäfsen und hierher rücken die innern Geschlechtsorgane, wenn sie sich einander nähern. In der Mitte liegt der Darmkanal, aber nach oben zu tritt aus ihm die Leber hervor. Kurz, die obere Mittellinie verhält sich in Hinsicht auf die innere Bildung des Rumpfes ganz wie eine Schlufslinie, und der ganze Leib der Thiere dieses Typus ist in Hinsicht seiner Entwickelungsweise im Wesentlichen mit der Bauchröhre der Wirbelthiere zu vergleichen, wenn man sie in umgekehrter Lage sich denkt.

f. Was hier Rücken ist.

Man könnte daher die Frage aufwerfen, wie sie denn auch wirklich aufgeworfen ist, ob man nicht richtiger die dem Erdboden zugekehrte Fläche eines Insectes seinen Bauch und die entgegengesetzte seinen Rücken nennen sollte, um die Uebereinstimmung vollständiger aufzufassen. Allein gegen diese Benennung spricht die äufsere Ansicht des Thiers, nicht nur die Stellung, die es gegen den Erdkörper behauptet, sondern auch der Bau seiner Extremitäten, seiner Sinnesorgane und überhaupt seiner Oberfläche, ja Mund, After und Geschlechtsöffnungen. Wollte man nämlich auch sagen: Die Insecten und ihre Verwandten sind bestimmt, mit dem Rücken gegen den Erdboden gekehrt umherzugehen; diesem Verhältnisse gemäfs haben sie ihre Extremitäten auf dem Rücken: so finden wir doch, dafs gewisse allgemeine Charactere, welche die obere Hälfte der Wirbelthiere gegen die untere auszeichnen, auch in der Hälfte, welche die Insecten gewöhnlich nach oben kehren, im Verhältnifs zur untern bestehen.

Die vom Erdboden abgekehrte Fläche der Wirbelthiere ist wie in den Gliederthieren die Streckseite des ganzen Thiers, gewöhnlich auch länger als die entgegengesetzte Fläche, dunkler gefärbt, stärker behaart, mit dickern Hautdecken versehen. Die letzten Verhältnisse könnte man freilich der unmittelbaren Einwirkung des Lichtes zuschreiben. Allein die Mundöffnung ist auch in den Gliederthieren nach unten gerichtet, und zwar scheint sie eben so, wie die Mundöffnung der Wirbelthiere durch eine Durchbohrung von der Schleimhautröhre

aus zu entstehen *); die Geschlechtsöffnung ist, wenn sie nicht nach hinten steht, ebenfalls an der untern Fläche; die Sinnesorgane, wenigstens die Augen und die Antennen, gehören dagegen der obern Fläche oder derjenigen an, die wir die Bauchseite nennen würden, wenn wir blofs auf den innern Bau und die Vergleichung mit Wirbelthieren Rücksicht nähmen. Wir glauben diese Lage der Sinnesorgane damit erweisen zu können, dafs in den Anneliden die Augen offenbar nach oben liegen. Eben so ist es in den Arachniden. Eben so offenbar ist das Verhältnifs in den Pseudentomen oder Insecten ohne Metamorphose. Aus diesem Grunde kann man dasselbe von den Insecten mit grofsen Augen annehmen, wo es allerdings im entwickelten Zustande weniger klar ist, aber doch im Larvenzustande. Ich stehe auch nicht an, es von den Crustaceen mit gestielten Augen zu glauben, da es bei denen mit ungestielten Augen klar ist. Die Antennen, obgleich zuweilen etwas herabgedrückt, gehören doch wohl der obern Hälfte des Kopfringes an, denn sie sind überhaupt für den Kopf in Hinsicht der Stellung dasselbe, was die Flügel für das Bruststück sind. Sie haben in den Puppen ganz dieselbe Lage. Ist diese Bedeutung gegründet, so gehört auch die Nase, die wir nur in den Crustaceen mit Bestimmtheit kennen, der obern Hälfte des Bogens an. — Etwas schwieriger ist das Verhältnifs des Ohres zum Grundtypus zu bestimmen. Wir kennen es mit Sicherheit auch nur in den Krebsen, und es liegt allerdings auf der untern Fläche des Kopfendes. Allein es gehört einem eingesetzten Theile des äufsern Skelettes an, welches seitlich neben der auf der innern Fläche deutlich erkennbaren Mittelleiste liegt. Wenigstens gehört also das Ohr auch hier nicht unmittelbar der untern Fläche an, und bei dem Mangel anderer Vergleichungspunkte, müssen wir uns damit begnügen, dafs das Ohr nicht nachweisbar der untern Hälfte des Kopfringes angehört.

Nehmen wir nun noch die Extremitäten hinzu, so finden wir, dafs alle Theile, durch welche das gegliederte Thier mit der Aufsenwelt in unmittelbarer Wechselwirkung steht, dieselbe Lage haben, wie im Wirbelthiere, gegen die innern Theile aber eine umgekehrte. Da nun die vom Erdboden abgekehrte Fläche in den Wirbelthieren und in den Gliederthieren viele Uebereinstimmung hat, so suchen wir hierein *den Character des Rückens* und sagen lieber, dafs die

---

*) Da die Mundöffnung durch eine Durchbohrung nach unten gebildet wird, so scheint es noch einsichtlicher, wie diejenigen Extremitäten, zwischen welchen der Mund durchbricht, zu Frefswerkzeugen werden, und wenn der Kopf wenig Selbstständigkeit hat, den übrigen Extremitäten ähnlich bleiben, im Dienste des Mundes aber als Kopfextremitäten, oder Frefswerkzeuge, eine besondere Form annehmen, wenn der Kopf sie selbst hat.

Entwickelung dieser Thiere vom Bauche nach dem Rücken geht, als dafs wir sie auf dem Rücken umherlaufen liefsen.

g. Extremitäten dieses Typus.

Die Füfse der gegliederten Thiere mit den Extremitäten der Wirbelthiere verglichen, zeigen uns einige Uebereinstimmung, aber auch wesentliche Verschiedenheiten. Man kann den sogenannten Tarsus der Insecten *(Fig. 8. e)* mit dem Endgliede *(Fig. 7. h)* der Extremität der Wirbelthiere sehr wohl vergleichen. Es ist in jenem wie in diesem eine Theilung in mehrere untergeordnete Glieder erkennbar, und das erste derselben pflegt auch gröfser zu seyn, als die übrigen. Eben so ist in dem sogenannten Schienbeine der Insecten *(Fig. 8. d)* und dem untern Mittelgliede der Wirbelthiere *(Fig. 7. g)* die Uebereinstimmung wohl nicht zu läugnen. Zwischen beiden ist dasselbe Endgelenk (Hand- oder Fufsgelenk in den Wirbelthieren). Eben so stimmt noch der Schenkel *(Fig. 8. c)* der Insecten mit dem obern Mittelgliede der Wirbelthiere *(Fig. 7. f)*, und das Gelenk zwischen beiden scheint dasselbe Mittelgelenk (Knie oder Ellenbogengelenk), dessen Streckseite nach oben und aufsen gerichtet ist. Allein schon das darauf folgende Gelenk ist meist verschieden. Zwischen der sogenannten Hüfte (*Fig. 8. b*) der Insecten und ihrem Schenkel ist meist ein Gewerbgelenk, und zwischen dem Rumpfgliede der Wirbelthiere und ihrem obern Mittelgliede ein freies Gelenk. Das oberste oder Rumpfglied endlich zeigt einen ganz verschiedenen Character. Während es in Wirbelthieren einen Ring bildet, welcher sich oben und unten an den Rumpf legt (*Fig. 7. d e*), ist die Hüfte der Insecten immer nur mit der untern Hälfte eines Leibesringes verbunden, und wenn sie aus diesem Ringe merklich hervortritt, hat sie immer die Richtung nach unten. Sie ist nur die Hälfte vom Rumpfgliede der Wirbelthiere und man kann sie weder vollkommen mit der obern Hälfte (Schulterblatt), noch mit der untern Hälfte (Schlüsselbeine) vergleichen, da diese beiden Abschnitte nur ihre Bedeutung durch das Lagenverhältnifs zu den beiden Hauptröhren des Rumpfes erhalten. In der ausgebildeten Form des Insectenfufses haben wir also auch vier Hauptglieder, wie in Wirbelthieren. Das Endglied wird ebenfalls vorzüglich durch die Beschaffenheit des Elementes, auf das es wirken soll, bestimmt, die zwei Mittelglieder sind den Mittelgliedern in der Extremität der Wirbelthiere verwandt, das Rumpfglied ist völlig verschieden. Jener Aehnlichkeit ungeachtet besteht der Unterschied, der für beide Provinzen des Thierreiches allgemein ist, dafs im Typus der Wirbelthiere ein knöchernes inneres Skelet die Stütze des Ganzen ist, im gegliederten Thiere hingegen erhärtete Hautschienen die Stütze bilden.

Die Eigenthümlichkeit der einzelnen Glieder ist freilich nur deutlich in den Insecten mit Metamorphose, und zwar im ausgebildeten Zustande. In den Ara-

Araneiden, Scorpioniden, den Crustaceen aller Formen, den Myriapoden, verlieren die Mittelglieder allmählig ihren selbstständigen Character und werden den untergeordneten Abtheilungen des Endgliedes mehr gleich. Savigny hat mit seinem Scharfblicke diese veränderten Formen auf die vollkommen ausgebildete Form zurückgeführt, indem er nachweist, dafs die sogenannten Schenkel und Schienbeine, also beide Mittelglieder, jedes für sich wieder in zwei untergeordnete Glieder zerfallen. Das ist ganz gut; man kann aber vielleicht noch einen Schritt weiter gehn. Nur in den Scorpioniden und Araneiden behalten die Mittelglieder noch ihren Character durch die Form des zwischen ihnen liegenden Gelenkes. In den Crustaceen und vorzüglich in denen, die nicht zu den Decapoden gehören, und den Myriapoden, ist dieser Character geschwunden und mit ihm auch die Eigenthümlichkeit des Oberschenkels und Schienbeines selbst. Man kann in der That bei diesen Thieren mit eben so viel und mehr Grund die ganze Extremität mit dem Endgliede der wahren Insecten vergleichen, und wird hierin noch durch den Umstand bestärkt, dafs nach Savigny's Ansicht nur eine einzige Spitze für das Endglied übrig bleiben würde. Savigny's Deutung kann uns nur belehren, dafs ein Theil des Fufses der Crustaceen und Myriapoden auf die Mittelglieder bezogen werden mufs, wenn wir die Füfse dieser Thiere mit den Füfsen der vollkommenen Insecten vergleichen, dafs sie aber ihre Besonderheit verloren haben und eben deshalb mehr Theile des Endgliedes sind, grade so wie Oberarm und Unterarm in den Cetaceen in das Endglied aufgenommen sind. Nun leben aber die Crustaceen im Wasser, und die Myriapoden kriechen unter Rinden und Steinen fort. Wir sehen also auch hier, wie bei den Wirbelthieren, dafs, wo der Leib nicht auf dem Erdboden getragen wird, die Mittelglieder der Extremitäten ihren Character zu verlieren geneigt sind.

Der Flügel ist immer in der obern Hälfte des Leibesringes eingelenkt. In den Amphipoden und Isopoden sieht man häufig am Rande der Leibesringe als Fortsetzung des obern Bogens ein angefügtes Blättchen, welches in seiner allgemeinsten Bedeutung wohl mit einem Flügel verglichen werden mufs. In andern Crustaceen und einigen Myriapoden sehen wir statt derselben unmittelbare Fortsetzungen der obern Hälfte der Körperringe, sie mögen vereinzelt, oder mehrere unter sich verwachsen seyn, dachförmig hervorstehen. Solche blattförmige Hervorragungen können wir um so mehr nicht gelöste Extremitäten der obern Hälfte der Körperringe nennen, da sie, so viel ich mich besinne, in geflügelten Insecten nicht vorkommen und die Flügeldecken der Käfer ihre Bedeutung offenbar nachzuweisen scheinen, besonders wenn sie, wie in *Blaps*, unter sich verwachsen sind. Sie sind nur von den Ringen des Hinterleibes gelöst, weil in den Insecten mit Me-

tamorphose die Extremitäten überhaupt sich auf das Bruststück concentrirt haben. Erinnern wir uns nun, dafs Savigny nachgewiesen hat, wie auch in den Anneliden immer zwei Reihen von unentwickelten Extremitäten vorkommen, so können wir überhaupt den gegliederten Thieren eine zweifache Reihe von Extremitäten zuschreiben, eine für die untere Hälfte der Leibesringe, bestimmt für die Bewegung auf dem Boden und im Wasser, und eine zweite aus der obern Hälfte der Leibesringe, in den Anneliden, bestimmt für die Bewegung im Wasser, sonst aber im entwickelten Zustande bestimmt für die Bewegung in der Luft. Nur den Arachniden scheint die obere Reihe ganz zu fehlen.

Wie wir also in dem Typus der Wirbelthiere eine einfache Reihe von Extremitäten fanden, welche mit zweiarmigen Wurzelgliedern den Rumpf von seiner obern und untern Fläche umfassen, erkennen wir dagegen im Längentypus die Anlage für zwei Reihen von Extremitäten, deren Wurzelglieder einfach sind und von denen die obere Reihe der obern, die untere Reihe der untern Hälfte der Körperringe angehört. Die obere Reihe folgt nicht nur wenn sie mit den Leibesringen verwachsen ist, sondern auch während der Entwickelung des Individuums im Puppenzustande der absteigenden Richtung der untern Extremitätenreihe (angedeutet in *Fig.* 8*f'*), doch ohne je mit ihr zu verwachsen. Im ausgebildeten Zustande entfernen sie sich von einander, und während die Wurzelglieder der Wirbelthiere einen Ring bilden, der die beiden Ringe oder Hauptröhren des Leibes umschliefst (vergl. *Fig.* 7), sehen wir in den Wirbelthieren aus dem einfachen Ringe des Rumpfes die Extremitäten in zwei entgegengesetzte Winkel (gleichsam eine nicht geschlossene 8) abgehen (*Fig.* 8).

Der Flügel scheint mir eine vollständige Extremität. Ob man mit Jurine in diesem Theile verschmolzene Mittelglieder erkennen will, oder nicht, ist ziemlich gleichgültig; auf jeden Fall ist der Flügel nach denselben Ansichten nur ein Hauptglied zu nennen, nach denen wir die Flosse der Wirbelthiere dafür erklärt haben.

Es mufste, indem wir nach dem Entwickelungsschema des Längentypus suchten, von den verschiedenen Klassen der gegliederten Thiere gesprochen werden, deren Bau und Entwickelungsweise bekannter ist, doch gilt dieses Schema ohne Zweifel auch für diejenigen Thiere, welche nach dem Längentypus gebaut sind, ohne so hoch organisirt zu seyn, dafs sie den gegliederten Thieren Cuvier's beigezählt werden könnten. Der einfach symmetrische Bau läfst über denselben Entwickelungsgang wohl nicht zweifeln, und ich will nur auf den allmähligen Uebergang von den Nereiden zu den Naiden, von diesen zu Gordius und Vibrio erinnern.

Die Entwickelungsgeschichte der Thiere des peripherischen Typus ist noch ganz im Dunkeln, und wir müssen uns daher begnügen, durch folgende Bemerkungen eine fortgesetzte Reihe von Beobachtungen zu ersetzen, da es hier an Gelegenheit fehlt, die Entwickelung der höhern Strahlthiere vollständig zu beobachten. So viel ist wohl als sicher zu betrachten, dafs sie in diesen Thieren keiner der beiden bisher betrachteten Entwickelungsweisen folgt. Ich habe kleine Seesterne in Weingeist gesehen, deren Scheibe kaum eine Linie im Durchmesser hielt. Sie hatten schon ganz die strahlige Form der erwachsenen Thiere. Die Embryonen von Medusen sind ziemlich verschieden von den erwachsenen Thieren. Ihre Gestalt ist glockenförmig. Sie scheinen nämlich eine innere Höhlung zu haben, die an dem einen Ende ausläuft. Ich gebe hier in *Fig.* 9 eine neue Abbildung, die freilich nur nach einer flüchtigen Zeichnung entworfen werden konnte, weil die frühere Abbildung im *Deutschen Archiv für Physiologie Bd.* VIII. *Taf.* IV. *Fig.* 6 durch den Kupferstecher ganz unverständlich geworden ist und dem Texte nicht entspricht, indem das eine Ende des Embryo nicht abgestutzt ist. Wie sich dieser glockenförmige Embryo in eine gewölbte Scheibe umwandelt, habe ich zwar noch nicht vollständig beobachtet, indessen scheinen nur zwei Umwandlungen denkbar: entweder breitet sich der untere Rand der Glocke aus und die innere Höhlung wird zur untern Fläche, oder die jetzige innere Fläche ist schon die künftige innere Fläche. Dann mufs die äufsere Wand peripherisch stark zunehmen. In beiden Fällen würde die Entwickelung nach allen Seiten ausstrahlend gleichmäfsig fortschreiten. Dafs im peripherischen Typus die Entwickelung von der Mitte nach der Peripherie fortschreitet, wird auch durch die Entwickelungsweise derjenigen Thiere wahrscheinlich, deren Leib nach dem Längentypus, modificirt durch den peripherischen Typus, gebaut ist. Ich habe oben bemerkt, dafs im Primitivstreifen der Krebse das vordere Ende ringförmig gebaut ist, von diesem Ringe aus geht die Entwickelung nach allen Seiten fort, hier freilich durch den Längentypus modificirt, so dafs die Theile, die vor und neben der künftigen Mundöffnung sind, in der Ausbildung zurückbleiben. Indessen lassen sie erkennen, welche Form die Entwickelung ohne diesen Einflufs haben würde. Dasselbe scheint sich mir noch auffallender aus Herold's Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Spinnen zu bestätigen, da in der Spinne die vordere Hälfte des Leibes auch strahlenförmig gebaut ist, jedoch mit anderer Stellung der Mundöffnung.

h. Strahlenförmige Entwickelung des peripherischen Typus.

Für Untersuchungen über die Entwickelungsweise der Thiere aus dem massigen Typus, oder der Mollusken, fehlt es zwar keinesweges an Gelegenheit, allein sie sind so schwierig, dafs wir trotz der angestrengten und sehr ehrenwer-

i. Entwickelungsform der Thiere mit massigem Typus.

then Bemühungen von Stiebel, Carus und Pfeiffer doch über die Bildungsweise der einzelnen Theile fast nichts wissen. Stiebel dürfte etwas zu viel berichtet haben, und Carus ist so vorsichtig, dafs er uns über die innere Entwickelung nur wenig sagt.

Von der Sehnsucht getrieben, zu erfahren, ob das Entwickelungsschema dieser Thierform von dem der andern Typen verschieden sey, mufste ich mich daher an eigene Versuche wagen, da ich für die Beantwortung dieser Frage kaum Vermuthungen erhalten konnte. Zuerst wendete ich mich an die Muscheln, fand aber aufser der Schwierigkeit, mir von irgend einer Art eine fortlaufende Reihe von Embryonen zu verschaffen, in diesen selbst mehr Schwierigkeiten, als ich erwartet hatte. In den kleinen Muscheln sind, wenn die Schaalen schon sehr deutlich und von der merkwürdigen gleichschenkeligen Form sind, (welche Jacobson bewogen hat, neuerlich die ganz vernachlässigte Ansicht von Rathke wieder aufzunehmen, dafs diese Thierchen gar nicht die Brut der Muscheln, sondern Schmarotzer sind), wenn die beiden Muskeln schon deutlich erkennbar sind und die Schaalen mit Kraft an einander ziehen, alle übrigen Theile noch so hell und so wenig different, dafs ich sie wenig von einander unterscheiden konnte. Ich habe daher die Untersuchung der Entwickelung der Muscheln wieder aufgegeben und will nur aus dem spärlichen Inbegriffe meiner Ausbeute bemerken: 1) dafs die in den äufsern Kiemen befindlichen, zweischaaligen Thierchen ganz gewifs die Brut der Muschel sind und nicht Schmarotzer, denn die Kiemen sind gefüllt wenn der Eierstock entleert ist, man sieht unter den Eihüllen den Embryo sich bilden, sich bewegen und hervorbrechen; 2) dafs die Entwickelung von der Seite des Schlosses nach der entgegengesetzten fortzuschreiten scheint und zugleich von vorn nach hinten, wodurch das hintere Ende erst später seine überwiegende Länge erhält; 3) dafs eben aus der oben erwähnten Durchsichtigkeit mit einiger Sicherheit sich folgern läfst, dafs die Leber nicht so früh sich bilde, als man von den Mollusken zu erwarten geneigt ist *).

An die Entwickelung der Schnecken mich wendend, fand ich auch hier die Untersuchung überaus schwierig und meine abgebrochenen Versuche sind durchaus nichts weniger als genügend. Man mufs, weil der Embryo zu dick und undurchsichtig ist, um seine innern Umgestaltungen ohne Zergliederung zu erkennen, ihn unter dem Microscope zerlegen. Eine Zerlegung kann aber bei der Kleinheit und Zähigkeit der Theile ohne die bedeutendsten Quetschungen und Zer-

*) Carus wurde durch Untersuchung von jungen Ascidien sogar zu der Vermuthung einer ungemein späten Entwickelung der Leber geführt (*Meckel's deutsches Archiv Bd. II.*).

reifsungen nicht erreicht werden. Eben deshalb müssen die Versuche sehr oft wiederholt werden, bis man ein vollständiges Bild erhält. Ich glaube jedoch hinlängliche Momente erlangt zu haben, um daraus über das Schema der Entwickelung mir eine Ansicht zu bilden. Ich führe nur an, was zur Sache gehört. Wenn ich hier und da nicht alles so erkennen konnte, wie meine Vorgänger, so mag der Grund vielleicht darin liegen, dafs ich nicht so anhaltend untersucht habe, als sie. Indessen ist es natürlich, dafs ich auf die eigene Beobachtung fortbaue. Andre mögen entscheiden, ob und wo ich irrte.

Dafs die Eier der Wasserschnecken durch ein äufseres Eiweifs mit einander verbunden sind, jedes Ei seinen Dotter, (in seltenen Fällen auch mehrere) hat, dafs dieser Dotter in einem flüssigen Eiweifs enthalten ist, welches von einer Hülle umschlossen wird, setze ich als bekannt voraus.

Der kürzlich gelegte Dotter besteht aus gröfsern hellern Bläschen, nebst kleinern punktförmigen Körnchen, und es scheint fast, als ob jedes Bläschen seine Atmosphäre von Körnchen hätte. Diese blasige Masse bildet aber nur das Innere der Dotterkugel, die äufsere Hülle derselben ist dichter und kleinkörnig. Carus beschreibt am eben gelegten Dotter zwei gegenüberliegende helle Stellen, durch welche die Axe der künftigen Drehung bestimmt werden soll *). Da man nun später in der Axe der Drehung zwei Zapfen hervorragen sieht, so läfst Carus vermuthen, ohne es jedoch bestimmt zu behaupten, dafs aus den hellen Stellen diese Zapfen hervorwachsen. Von diesen Verhältnissen habe ich mich nicht überzeugen können. Zwei hellere Stellen konnte ich am frisch gelegten Dotter nicht unterscheiden. Es schien mir nur eine da zu seyn, und oft ist auch diese sehr unkenntlich. Wenn man nun das Ei unter dem Microscope dreht, so sieht man allerdings, sobald die helle Stelle nach unten liegt, die Mitte des Eies wieder etwas heller, was aber daher zu rühren scheint, dafs die unten liegende helle Stelle der Bekleidung mehr Licht durchläfst, als durch den Dotter dringt, wenn die helle Stelle zur Seite liegt, Mein Zweifel über die zwei hellen Flecken wird aber vorzüglich durch eine etwas spätere Zeit bestimmt, wo das Ei noch ohne Drehung ist und ganz bestimmt nur Eine sehr deutlich hellere Stelle hat, die etwas aus dem Umfange des Eies hervorragt, und zwar vorzüglich mit Einem Rande. Bald darauf fängt nun das Ei an sich zu drehen, und die helle Stelle befindet sich nicht in der Axe, sondern im Umschwunge der Drehung. Der weitere Verfolg läfst dar-

*) *Von den äufsern Lebensbedingungen der weifs- und kaltblütigen Thiere.* Leipzig 1824. 4to. *Erste Beilage.*

über keinen Zweifel, dafs diese helle Stelle die Sohle des werdenden Thiers ist, und der am meisten vorspringende Rand wird in späterer Zeit das Kopfende.

Schon die ungleiche Färbung in der oberflächlichen Lage des Dotters läfst eine Keimhaut oder einen Keim annehmen. Sollte es sich bestätigen, dafs, wie Carus beschreibt und a. a. O. *Taf.* I. *Fig.* IV. *A.* abbildet, zwei gegenüberliegende helle Stellen am Dotter sind, so würde man daraus schliefsen müssen, dafs der Keim an diesen Stellen erst später den weniger gefärbten Dotter überwächst, und ich würde dann glauben müssen, dafs es mir nicht gelungen ist, eben gelegten Laich zur Untersuchung zu erhalten, denn allerdings habe ich nicht den Laich von eingefangenen Schnecken bei mir in der Stube legen lassen. Die ersten Anfänge des werdenden Embryo wären diese hellen Stellen dann gewifs nicht, das lehrt der weitere Verfolg.

Selbst wenn die Angabe von Carus als richtig befunden werden sollte, ist doch, wie gesagt, nach ein Paar Tagen nur Eine helle Stelle da, und diese erhebt sich in schiefer Richtung vom Dotter, wodurch ihre Durchsichtigkeit für die Beobachtung sehr vermehrt wird, und diese hervorgehobene helle Stelle ist die erste Anlage für den am meisten animalischen Theil des Thiers. Der übrige Umfang des Keimes scheint den Dotter noch ziemlich eng zu umgeben. Wenn aber die Drehung schon deutlich wird, erscheint eine dunkle Kreislinie *), die allmählig die Dotterkugel von einer äufsern Hülle, die sie überall umgiebt, sondert. Der Dotter nimmt nun an Färbung ab und wird bedeutend gröfser. Die Bläschen in ihm sind vergröfsert, sehr deutlich durch das Microscop kenntlich, und scheinen auch an Zahl zugenommen zu haben, so dafs man annehmen mufs, dafs sich allmählig durch Aufnahme des Eiweifses immer mehrere von den dunklen Körnchen des Dotters in Bläschen umwandeln. Was die Dotterkugel wie ein Sack umgiebt, ist der Leib des Thiers. Das Ganze hat eine unregelmäfsig runde Gestalt, doch ragt in dem umgebenden Sacke die früher erschienene helle Stelle weit vor. Etwas später wird der Embryo kahnförmig, der in ihm liegende sehr deutlich zu unterscheidende jetzt mehr durchsichtige Dotter, in welchem man jedes einzelne Bläschen erkennt, nimmt an dieser Gestalt Antheil und erscheint nierenförmig. Der umgebende Leib ragt von allen Seiten, auch am hintern, dem hellen Kopfende entgegengesetzten Ende mit breitem Saume (für die Ansicht unter dem Microscope) über dem Dotter hervor. Noch etwas später scheint der Dotter ganz das hinterste Ende des Embryo einzunehmen. Dieses rührt zum Theil von der stärkern Krüm-

*) Eine Kreislinie für jede Ansicht durch das Microscop, in der That also eine sphärische Begrenzung.

mung des Embryo, zum Theil ist aber wirklich der Dotter mehr nach hinten gerückt. Die Entwickelungsstufe, die ich jetzt meine, weiſs ich nach dem Zeitmaaſse nicht zu bestimmen. Sie fällt nach Carus Darstellung auf den siebenten Tag. —

Es sind um diese Zeit und schon etwas früher zwei seitliche Zapfen in der Axe der Drehung kenntlich. Ich habe mich auf das Bestimmteste überzeugt, daſs diese Zapfen die seitlich vorragenden Ränder des Kragens sind, wie schon Carus vermuthet. Carus bemerkt ferner gegen Stiebel, daſs immer die hintere Hälfte des Embryo die groſszellige ist. Das ist auch so auffallend, daſs Stiebel wohl nur durch einen Schreibfehler zu der entgegengesetzten Aeuſserung gekommen seyn kann. Diese Ansammlung groſser Zellen halte ich aber für eine Art von Dottersack, nämlich für den noch nicht in einen Darm ausgesponnenen Theil des Dotters, denn es ist zuvörderst augenscheinlich, daſs die Zellen nicht in der Oberfläche liegen, wie man aus einem dünnen Saume erkennt, der den Umfang der groſszelligen Masse umgiebt und selbst aus einer eben so feinkörnigen Masse besteht, als die Masse des Kopfes ist; ferner hat der Umfang der groſszelligen Masse im Innern des Leibes eine ziemlich bestimmte Grenze, und endlich sind die Zellen, oder vielmehr Bläschen vollkommen den Bläschen ähnlich, die man vom Anfange an im Dotter, nur immer im Wachsen begriffen, erkennt, sie sind auch von derselben körnigen Masse umgeben. Endlich müſste der Dotter ganz plötzlich verschwinden, nachdem er lange an Masse zugenommen hatte, wenn man ihn nicht in diesem, jetzt im hintersten Ende liegenden Sacke wieder erkennen wollte.

Carus glaubt, daſs schon am siebenten Tage die hintere Spitze des Embryo von einer Leber eingenommen werde. Ich habe mich hiervon nicht überzeugen können, und habe vielmehr die Leber mit Deutlichkeit erst an schon ausgekrochenen Schnecken beobachtet. Vielleicht ist sie schon in der letzten Zeit des Lebens im Eie, wo man um den überall gebildeten Darm eine weiche Masse erkennt, an der ich bei der Zergliederung jedoch keine bestimmte Organisation unterscheiden konnte, während ich doch nach dem Auskriechen die Gallengänge gefunden zu haben glaube. — Wenn die Schaale zuerst als eine ganz durchsichtige Hülle von ausgeschiedenem Eiweiſsstoffe kenntlich wird, eine Bildung, die nach Carus auf den 10ten und 11ten Tag fällt, ist das hintere Ende des gekrümmten Leibes von derselben groſszelligen Masse ausgefüllt, wie früher. Die umkleidende Haut scheint aber merklich dünner geworden zu seyn, indem diese Masse jetzt ziemlich dicht unter der Schaale liegt. In der Masse sah ich zwei in spitzen Winkeln sich schneidende Schatten, die ich mir durchaus nicht anders deuten kann, als daſs sich der Dottersack verlängert und daſs die hintere blinde

Spitze sich um sich selbst umgeschlagen hat. Jetzt ist noch der Embryo ziemlich symmetrisch, doch ragt das hintere umgeschlagene Ende der Dottermasse ein klein wenig nach rechts vor. Es gelang schon eine Zergliederung mit spitzen Nadeln unter dem Microscope einigermafsen und liefs einen engen vordern Theil des Darmkanales erkennen, der vom Kopfende nach dem hintern Ende fortlief und hier mit plötzlicher Erweiterung, die nur zu leicht abreifst, in die grofszellige Masse überzugehen schien. Es ist mir nicht recht erinnerlich, ob es schon um diese Zeit, oder wie es mir wahrscheinlicher ist, etwas später war, wo ich einen vordern Theil des Darmes mit dem deutlich erkennbaren Magen ausarbeitete und hinter dem Magen den Darm von der erweiterten Stelle abrifs.

Es braucht kaum erzählt zu werden, wie das hintere Ende nun immer mehr nach rechts geschoben wird und sich aufwindet, wobei sich die Schaale verdickt und undurchsichtiger wird. In der zweiten Hälfte des Eilebens läfst sich der ganze Darmkanal, der bis auf den Magen ziemlich gleich eng ist, ausarbeiten. Er liegt nun im hintern Theile nicht mehr eng der äufsern Bekleidung an, sondern zwischen beiden ist eine sehr weiche Masse, an der ich keine Structur erkennen konnte.

Man sieht leicht ein, was ich aus diesen Beobachtungen zu folgern geneigt bin. Es scheint mir, dafs der Dotter von einem Keime umschlossen wird, dafs dieser Keim, wie überall, das künftige Thier selbst ist, welches den Dotter als Nahrungsstoff umschliefst und eben deshalb die ganze Dotterkugel nichts ist, als ein Embryo mit grofser verdauender Höhle. Im sackförmigen Keime erscheint entweder schon bei der Geburt oder sehr bald nach derselben eine hellere Stelle, durch welche man in den Dotter hineinsieht, und welche dadurch erkennen läfst, dafs das Innere der Dotterkugel weniger dunkel ist, als der gröfste Theil der Oberfläche (des Keimes), und eben deshalb den Unterschied zwischen Keim und der übrigen Dottermasse bemerklich macht. Die helle Stelle ist mit dem Fruchthofe in der Keimhaut des Vogels in so fern verwandt, als diese einen eben solchen Gegensatz zu dem körnigen Gefäfshofe und Dotterhofe offenbart, wie die helle und glatte Stelle zu dem gröfsern dunklern und körnigen Theile des Keimes im Schneckenei. Darin ist aber ein Unterschied, dafs in dem Fruchthofe des Vogeleies der Embryo sich bildet und erst sehr spät der Gefäfshof in den Embryo mit aufgenommen wird. In der Schnecke aber wird der dunkle Theil des Keimes gleich anfangs Leibestheil, und zwar nicht ein umhüllter, sondern ein umhüllender. — Der ganze sackförmige Keim sondert sich dann in zwei Hauptschichten, eine äufsere animalische und eine innere plastische Schicht. Die letztere bleibt nun unmittelbare Hülle des Dotters und wird die Haut des verdauenden Kanales, wäh-

während sie sich von der äufsern löst. Nur an zweien Stellen scheint sie mit den äufsern verbunden zu bleiben, den künftigen Mund- und Aftergegenden. Die Hauptmasse des Dotters, die ich Dottersack genannt habe, blofs um die sackförmige Gestalt anzuzeigen, zieht sich nach hinten und rechts von dem hellen Flekken zurück, wodurch dieser immer mehr als die vorragende Stelle kenntlich wird. Es wird dadurch an den beiden Anheftungspunkten ein Mund- und ein Afterdarm aus dem Dottersacke gleichsam ausgesponnen. Der mittlere Theil der Schleimhautröhre ist noch sackförmig, verengt sich aber auch bald, indem er zugleich sich spiralförmig aufwindet und gegen die angrenzende Gegend der äufsern Hülle andrängt. Dafs sich die Mitte des plastischen Theiles mehr nach hinten zieht, als umgekehrt der animalische Theil sich nach vorn verlängert, schliefse ich aus dem Dünnerwerden der äufsern Hülle über der Darmspirale. Es scheint in der That, als ob das Bild, das Cuvier gebraucht, wenn er uns den Bau der gewundenen Schnecken anschaulich macht, indem er sagt, ihre plastischen Organe lägen so, als ob sie einen Bruch bildeten, durch die Entwickelungsgeschichte vollkommen gerechtfertigt würde. Es hat ferner das Ansehn, als ob um diese Zeit die ersten Windungen der Schnecke, wenn die Schaale sich zu bilden anfängt, von der Spirale des Darmes ganz ausgefüllt wären. Wenn nun aber später der Darm auch in dieser Gegend sich verengt, so kann er die Schaale nicht mehr ganz ausfüllen, er nimmt eine andere Gestalt an, und dadurch wird vielleicht der Absatz der fast ungeformten Masse veranlafst, die man in späterer Zeit des Embryonenlebens in der Spitze der Schaale bemerkt.

Es versteht sich von selbst, dafs die Bildungsweise der nackten Schnecken etwas abweichen mufs. Der Hauptunterschied läfst sich darin vermuthen, dafs die Darmspirale weniger gegen die äufsere Hülle andrängt. Deswegen bleibt auch der äufsere oder animalische Theil mehr symmetrisch, denn offenbar sind es die plastischen Organe, welche die Spirale der äufsern Form erzeugen. Einen solchen Einflufs der plastischen Organe auf die äufsere Form finden wir sonst nirgends. In den andern Typen ist der animalische Theil durchaus der bestimmende, in den Mollusken der plastische.

Ich mufs das Wenige an den Schnecken beobachtete vorläufig für die ganze Reihe der Thiere des massigen Typus gelten lassen, da ich von der innern Bildung der Muscheln noch gar nichts Zusammenhängendes berichten kann.

k. Vergleichung der verschiedenen Entwikkelungsformen.

Doch schon hiernach scheint jeder Haupttypus der thierischen Organisation ein besonderes Schema der Entwickelung zu befolgen, was freilich sich nicht anders erwarten läfst, da die Art und Weise, wie die Theile an einander gefügt sind, nur das Resultat der Gestaltungsweise seyn kann. Im Grunde hätte ich also

die Ausdrücke Typus und Schema mit einem gemeinsamen vertauschen können. Ich habe sie nur aus einander gehalten, um eben dadurch recht anschaulich zu machen, dafs jede organische Form, in Hinsicht des Typus, das was sie *ist*, durch die Art der Bildungsweise *wird*. Das Schema der Entwickelung ist nichts als der werdende Typus, und der Typus das Resultat des Bildungsschema. Eben deshalb ist der Typus erst ganz zu verstehen aus seiner Entwickelungsweise. Diese bringt in die ursprünglich nach den wesentlichen Verhältnissen übereinstimmenden Keime Verschiedenheit. Es müssen verschiedene Bedingungen oder bildende Kräfte auf die Keime einwirken, um diese Mannigfaltigkeit zu erzeugen, worüber wir später ein Paar Fragen aufwerfen wollen.

l. Uebereinstimmendes in allen Entwickelungsformen.

Hier schliefsen wir aber noch die Bemerkung an, dafs die ursprüngliche Uebereinstimmung aller thierischen Keime auch in den ausgebildeten Formen nicht ganz schwindet und dafs wir den tiefsten für uns erreichbaren Unterschied der Thierformen in der Entwickelungsweise aufzusuchen haben.

Was die ursprüngliche Uebereinstimmung anlangt, so erinnere ich, dafs nach dem Corollarium des zweiten Scholions jedes Thier zuvörderst ein Theil seiner Mutter ist, dafs es selbstständig wird, entweder durch unmittelbare Entwickelung der Mutter selbst, oder nach Einwirkung eines männlichen Princips, und dafs dann der erste Act der Selbstständigkeit darin besteht, in eine Blasenform überzugehen, indem entweder das Ganze der Leib des neuen Thiers ist, oder der werdende Leib (der Keim) sich von einem blofs ernährenden, von ihm umschlossenen Stoffe trennt. Hier theilen sich Thier und Pflanze, da die Pflanze den ernährenden Stoff nicht umschliefst. Die Blasenform ist also der allgemeinste Character des Thiers, der Gegensatz von äufserer und innerer Fläche der allgemeinste und also wesentlichste Gegensatz im Thiere. (Vergl. oben Schol. V. §. 4. *d.*)

Es bleibt noch ferner eine Uebereinstimmung zwischen allen Entwickelungsformen. In allen Thieren nämlich, welche einen Keim und einen Dotter in früher Zeit haben, scheidet sich der umgebende Keim in mehrere Schichten; die dem Dotter zugekehrte ist die plastische, aufnehmende, die von ihm abgekehrte die mehr animalische, wenn auch die äufserste Grenze derselben nur Grenzorgan wird, und sich mehr oder weniger mit einer ausgeschiedenen nicht lebendigen Schicht bekleidet. Dafs nun das Gefäfssystem, wenn es anders von der verdauenden Höhle geschieden ist, sich nach aufsen von ihr, dem animalischen Theile näher bildet, dafs im animalischen Theile Muskeln, Nerven u. s. w. sich trennen, scheint ebenfalls noch der Idee des Thiers überhaupt anzugehören, und

je weiter diese histologische Sonderung geht, desto mehr ausgebildet nennen wir ein Thier.

Davon ganz verschieden ist aber das Lagerungsverhältnifs der Theile. Dieses wird durch die äufsere Form der Entwickelung bestimmt.

m. Hauptverschiedenheiten der Entwickelungsformen.

Wir haben vier Hauptformen oder von uns sogenannte Schemata der Entwickelung unterschieden.

Die *strahlenförmige Entwickelung* (*evolutio radiata*), welche von einem Mittelpunkte aus das Gleichnamige peripherisch wiederholt.

Die *gewundene Form der Entwickelung* (*evolutio contorta*), welche das Gleichnamige um einen Kegel oder andern Raum dreht.

Die *symmetrische Entwickelung* (*evolutio gemina*), die das Gleichnamige von einer Axe zu beiden Seiten bis zu einer der Axe gegenüberliegenden Schlufslinie vertheilt.

Die *doppelt symmetrische Entwickelung* (*evolutio bigemina*), die von einer Axe aus das Gleichnamige von beiden Seiten aus nach oben und unten vertheilt und in zwei Schlufslinien zusammenführt, so dafs die innere Schicht des Keimes unten und die obere Schicht desselben oben umschlossen wird.

Wir wissen, dafs in den höhern Wirbelthieren der Keim sich bald in zwei Theile sondert: einen innern, den man insbesondere den Embryo, und einen äufsern, den man die Keimhaut nennt. Ich habe schon bemerkt, dafs jener nichts ist, als ein Theil des Keimes, der sich nach dem jedem Thiere eigenthümlichen Schema der Entwickelung umbildet, während der peripherische Theil in der Entwickelung zurückbleibt. In Säugethieren, Vögeln und den Reptilien ist der mittlere Theil nur klein gegen den äufsern und er umwächst allmählig den Dotter, die Schlufslinie der Bauchseite bildend. Im Frosche ist zwar der äufsere Theil des Keimes sehr dick, doch ist, glaube ich, eine Sonderung in Embryo und Keimhaut nicht zu läugnen, denn der mittlere Theil ist in dem Augenblicke, wo sich der Rücken schliefst, noch sehr viel dicker, und die Abgrenzung ist ziemlich scharf zwischen den Bauchplatten und dem einen äufsern Theile, den ich für die Keimhaut ansehe. Die erstern wachsen gegen die Schlufslinie des Bauches zusammen. Eben so schien es mir in ganz jungen Barschen, wo die Keimhaut viel dünner und durchsichtiger ist. Ich sah neben dem Stamme der Wirbelsäule ein Paar sehr schmale dunklere Streifen als werdende Bauchplatten. Aus diesem Grunde kann man, glaube ich, von den Wirbelthieren allgemein sagen, dafs der Embryo mit seinen Bauchplatten den Dotter umwachsen wird, obgleich dieser schon früher von der Keimhaut umhüllt ist. In den gegliederten Thieren ist es eben so. Ihre Seitenplatten sind durch Dicke von der

eigentlichen Keimhaut deutlich unterschieden, sie umwachsen auch den Dotter. In den Mollusken aber scheint der ganze Keim sich gleichmäfsig zu verändern. Man darf von ihnen daher nicht sagen, dafs der Embryo den Dotter umwächst, sondern richtiger, dafs er vom Augenblicke der Befruchtung an umhüllend *bleibt;* denn eine Sonderung des Keimes in Embryo und Keimhaut ist nicht kenntlich, vielmehr wird der ganze Keim Embryo. Dasselbe würde höchst wahrscheinlich im strahligen Typus Statt finden, wenn eine Thierform aus dieser Reihe sich aus einem wahren Eie entwickeln sollte, worüber es an aller Erfahrung fehlt *). Wenn alle aus blofsen Keimkörnern werden sollten, so ist das Verhältnifs noch augenscheinlicher, da ja ein Keimkorn, so viel wir wissen, sich ganz entwickelt und nichts ist, als ein Keim ohne Dotter.

Wir dürfen hierbei ein interessantes Verhältnifs nicht übersehen. In denjenigen Eiern, in welchen der Keim sich deutlich in einen Embryo und eine Keimhaut sondert, ist es der animalische Theil des Embryo, der diese Sonderung bedingt. Der animalische Theil ist es, der so stark wächst, dafs man die Abgrenzung des Embryo gegen die Keimhaut erkennt. Erst wenn er die ganze Form des Thiers bedingt hat, scheint der plastische Theil eine gewisse Selbstständigkeit zu erhalten, die in den gegliederten Thieren sich öfters nur auf Abtrennung beschränkt und dann die einzelnen Organe hervortreten läfst, in den Wirbelthieren aber doch so viel Macht erhält, dafs sich das plastische System unsymmetrisch ausbildet. Von der Einwirkung des plastischen Theiles auf den animalischen ist kaum hie und da eine Spur zu erkennen. Anders ist es in den Mollusken. Der plastische Theil wird sehr früh selbstständig und er wirkt bestimmend auf die äufsere Form. Man sieht, wie der wesentliche Character des Thieres sich sehr früh offenbart und wird es in der Entwickelungsgeschichte begründet finden, dafs die Mollusken auf den Namen der plastischen Thiere Ansprüche machen dürfen. Man wird hiernach auch besser beurtheilen, mit welchem Rechte man die Mollusken mit dem vegetativen Abschnitte des Leibes der Wirbelthiere vergleichen kann, nach dem vorwaltenden Character nämlich, nicht nach der Summe aller einzelnen Theile. In den Mollusken nämlich ist auch ein relativ animalischer Theil, der die ganze Peripherie einnimmt und in der Sohle der Gasteropoden am meisten ausgebildet ist. Sie sind im Vergleich zu

*) Es kann kaum etwas für die Entwickelungsgeschichte jetzt interessanter seyn, als die Beobachtung der Entwickelung der Seesterne und nächst diesen der Cephalopoden. Nach Cavolini sollen diese einen aus dem Munde heraushängenden Dottersack haben (*Abhandl. über die Erzeugung der Fische und Krebse*, übers. von Zimmermann, 1792. S 54), was schwer zu begreifen ist.

andern Thieren lebendige Bäuche, allein da diese Bäuche sich selbstständig, ohne Einfluſs eines höher gebildeten animalischen Theiles entwickeln, so haben sie doch auch einen Theil, der für sie mehr animalisch ist, und das ist derjenige, der die äuſsere vom Dotter abgekehrte Fläche ihres Keimes ursprünglich bildete.

In allen vier Formen verändert die dem Dotter zugekehrte Fläche des Keimes ihre Lage zu demselben nicht, sondern behält dieselbe und wird die verdauende Fläche des ausgewachsenen Thiers. In allen Formen ist ferner das Peripherische des ausgewachsenen Thiers die äuſsere dem Dotter abgekehrte Fläche des Keimes. Deswegen glaubte ich oben mit Recht behaupten zu können, daſs es das Verhältniſs zum Dotter ist, welches im Keime die primäre Sonderung in eine animalische und eine plastische Schicht erzeugt. — Aber nicht in allen Thieren bleibt die *ganze* äuſsere Lage des Keimes äuſserlich. In den Wirbelthieren wird durch die eine Hälfte der doppelt symmetrischen Entwickelung ein Theil der äuſsersten Fläche umschlossen und verwandelt sich in die Nervenröhre, das Rückenmark mit dem Hirne, Theile, welche daher nothwendig den andern Typen fehlen müssen. Ich möchte hieran recht anschaulich machen, wie es das Schema der Entwickelung ist, welches den Hauptcharacter des Thiers erzeugt. Nehmen wir an, daſs in irgend einem Gliederthiere, welches im Momente seiner frühesten Bildung begriffen ist, ein Theil des Keimes von beiden Seiten sich erhöbe und dadurch einen Theil der äuſsern Fläche umschlösse, so würde der umschlossene Theil ein animalischer Centraltheil seyn. Dann würden die innern Organe alle im Verhältniſs zu ihm wie im Wirbelthiere liegen, die plastischen Nerven ausgenommen, welche durch den Einfluſs des animalischen Nervensystems diesem letzten in den Wirbelthieren genähert scheinen. Im Verhältniſs zur Auſsenwelt aber lagen alle innern Theile umgekehrt, da der Centraltheil selbst nach unten liegen würde. Wollten wir das Thier umkehren, so würden alle äuſsern Theile im Verhältniſs zur Auſsenwelt verkehrt liegen, die Extremitäten und die Sinnesorgane, und vorausgesetzt, daſs die Streckseiten und Beugeseiten sich nicht durch den Hinzutritt des neuen Centraltheiles umgekehrt hätten, auch diese. Hieraus schlieſsen wir nun zurück, daſs durch das Auftreten eines Centraltheiles für den animalischen Leib zwar die Lage der plastischen Organe unverändert geblieben ist und ihr Verhältniſs zu der nächsten animalischen Schicht, das Verhältniſs zur Auſsenwelt aber und alles, was dieses Verhältniſs im Körper repräsentirt, sich umgekehrt hat. Im erstern Falle, wo der Fortgang der Entwickelung einfach symmetrisch ist, wird die Centrallinie, von der sie ausgeht, Beugeseite des Thiers; bei doppelt symmetrischer Entwickelung wird die Seite, von der sie ausgeht, Streckseite. Nach der Beugeseite hin entwickeln sich die

Extremitäten und die Fufswerkzeuge. Schon dadurch erweist sie sich als die dem Planeten in ihrer tiefsten Bedeutung zugekehrte. Nach der Streckseite, der vom Boden abgekehrten, bilden sich die Sinneswerkzeuge aus.

Ich habe dieses Corollarium mit der Bemerkung begonnen, dafs man nach der Entwickelungsweise die Thiere eintheilen sollte, und ich habe ausführlich genug gezeigt, dafs die Haupttypen ihre eigene Form der Entwickelung haben. Nur mit ein Paar Worten erlaube ich mir noch hier anzudeuten, dafs wir in der Entwickelungsgeschichte, wenn wir sie genau genug für die verschiedenen Klassen und Familien der Thiere kennten, wohl den sichersten Wegweiser auch für die weitere Eintheilung erhalten würden. Haben wir diese im Auge, so werden wir die wahren Insecten leicht für eine höhere Stufe der Ausbildung erkennen, als die Arachniden und Crustaceen. Wir werden die Batrachier für verschieden genug halten, um sie mit Blainville von den Reptilien als besondere Klasse zu scheiden — und was haben sie denn mit diesen anderes gemein, als dafs sie keine Fische, keine Vögel, oder Säugethiere sind?

Scholion VI.

Allgemeinstes Resultat.

Ueberblicken wir den Inhalt sämmtlicher Scholien, so geht aus ihm ein allgemeinstes Resultat hervor. Wir fanden, daſs die Wirkung der Zeugung darin besteht, einen Theil zu einem Ganzen zu erheben (Schol. II.); daſs in der Entwickelung die Selbstständigkeit im Verhältniſs zu seiner Umgebung wächst (Schol. II.), so wie die Bestimmtheit seiner Gestaltung (Schol. I.); daſs in der innern Ausbildung aus allgemeineren Theilen speciellere sich hervorbilden und deren Besonderheit wächst (Schol. III.); daſs das Individuum als Inhaber einer bestimmten organischen Form allmählig aus allgemeineren Formen in die mehr besonderen übergeht (Schol. V.), und können nun das allgemeinste Resultat der Untersuchungen und Betrachtungen wohl so aussprechen:

Die Entwickelungsgeschichte des Individuums ist die Geschichte der wachsenden Individualität in jeglicher Beziehung.

Dieses allgemeinste Resultat ist freilich so einfach, daſs es keines Beweises durch Beobachtung zu bedürfen, sondern *a priori* erkannt werden zu müssen scheint. Allein wir glauben, daſs diese Einfachheit nur das Gepräge der Wahrheit und eben deshalb auch Bürge derselben ist. Hätte man das Wesen der Entwickelungsgeschichte von vorn herein so erkannt, wie wir es eben ausgesprochen haben, so hätte man daraus auch deduciren können und sollen, daſs das Individuum einer bestimmten Thierform diese erreicht, indem es aus einer allgemeinern in die besondere übergeht. Allein die Erfahrung lehrt überall, daſs die Deductionen immer sicherer werden, wenn ihre Resultate vorher durch die Beobachtung ermittelt sind. Der Mensch müſste ein noch gröſseres geistiges Erbtheil erhalten haben, als er wirklich besitzt, wenn es anders seyn sollte.

Hat aber das eben ausgesprochene allgemeinste Resultat Wahrheit und Inhalt, so ist es *Ein* Grundgedanke, der durch alle Formen und Stufen der

thierischen Entwickelung geht und alle einzelnen Verhältnisse beherrscht. Derselbe Gedanke ist es, der im Weltraume die vertheilte Masse in Sphären sammelte und diese zu Sonnensystemen verband, derselbe, der den verwitterten Staub an der Oberfläche des metallischen Planeten in lebendige Formen hervorwachsen liefs. Dieser Gedanke ist aber nichts als das Leben selbst, und die Worte und Sylben, in welchen er sich ausspricht, sind die verschiedenen Formen des Lebendigen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I. und II.

Die beiden ersten Tafeln enthalten Abbildungen von Durchschnitten des Hühner-Embryo aus der ersten Zeit der Bebrütung, und sollen anschaulich machen, wie ein Theil des Keimes sich in den Embryo umwandelt. Sämmtliche Abbildungen sind ungefähr sechsmal vergröfsert. Die Durchschnitte sind theils Längsdurchschnitte, theils Queerdurchschnitte. Im Allgemeinen ist der Gesichtspunkt immer im Auge behalten worden, alle Theile in ihrer gegenseitigen Lage darzustellen. Indessen würde eine zu strenge Befolgung dieses Grundsatzes dem Zwecke der Abbildungen, der möglichsten Deutlichkeit, nicht entsprochen haben. Deswegen ist 1) in den Längsdurchschnitten auf die vom dritten Tage an auftretende Krümmung des Kopf- und Schwanzendes nach der Seite nicht Rücksicht genommen, sondern die Mittelfläche des Körpers ist als eine Ebene angesehen. Eben so ist 2) in allen diesen Durchschnitten der Harnsack als in der Mittelfläche des Körpers gelegen betrachtet, und auch das Herz mit seinen einzelnen Theilen. Endlich sind 3) die späteren Embryonen vom dritten Tage an ein wenig aus der Krümmung gezogen, jedoch so, dafs der Embryo des fünften Tages immer mehr gekrümmt erscheint, als der des vierten, und dieser mehr als der dreitägige, wodurch das gegenseitige Verhältnifs weniger gestört ist.

In allen Abbildungen ist die Dotterhaut durch eine punktirte Linie, die Keimhaut durch drei verschieden gefärbte Linien angedeutet, indem das Schleimblatt gelb, das Gefäfsblatt roth und das seröse Blatt schwarz gefärbt ist. Dieselben Farben sind in den Theilen beibehalten, in welche sich die Keimhaut umwandelt. Wo aber der Schnitt auf ein wirkliches Blutgefäfs trifft, ist dieses durch Zinnober angedeutet, während das Gefäfsblatt als solches mit Carmin gezeichnet ist. Um das später sich findende Körpervenensystem von den Dottervenen (die zum Pfortadersystem gehören) zu unterscheiden, sind die erstern blau gezeichnet. Die Dottergefäfse sind aber mit Zinnober gefärbt, sie mögen Arterien oder Venen seyn.

Um den Zusammenhang der Gefäfse verständlicher zu machen, sind auch seitliche Gefäfse angegeben. Diese sind aber nicht durch ausgezogene, sondern durch punktirte Linien angedeutet, damit das Auge sich sogleich bei der Ansicht orientiren möge über das, was in der Mittelebene und was aufser ihr liegt. In den Längsdurchschnitten konnten Rückenmark und Rückenplatten nicht unterschieden werden, ohne der Deutlichkeit zu schaden.

Die Längsdurchschnitte sind mit römischen Ziffern bezeichnet, die ihnen entsprechenden Queerdurchschnitte mit arabischen Ziffern desselben Werthes. Die Buchstaben für die Bezeichnung der einzelnen Theile sind nicht in allen Abbildungen sämmtlich aufgeführt, um diese nicht durch Ueberladung undeutlich zu machen, alle Längsdurchschnitte haben aber übereinstimmende Bezeichnung, eben so die Queerdurchschnitte eine zweite, so dafs die Bezeichnung in einer Figur leicht auf die andere übertragen werden kann, besonders da die Figuren so gestellt sind, dafs sie sich leicht gegenseitig erläutern.

Die *Tafel I.* giebt Durchschnitte aus der ersten Periode, oder den beiden ersten Tagen der Bebrütung, die *Tafel II.* aus der zweiten Periode, oder den drei folgenden Tagen, und zwar ist

Fig. I. Längsdurchschnitt, *Fig. 1.* Queerdurchschnitt } aus der Mitte (oder etwas später) des ersten Tages.

Fig. II. Längsdurchschnitt, *Fig. 2.* Queerdurchschnitt } aus der zweiten Hälfte des zweiten Tages.

Fig. III. Längsdurchschnitt, *Fig. 3.* Queerdurchschnitt } aus dem Anfange des zweiten Tages.

NB. Die Nebenfigur 3′ giebt die Ansicht von der Rückenseite des Embryo.

Fig. IV. Längsdurchschnitt, *Fig. 4.* Queerdurchschnitt } aus der Mitte des zweiten Tages.

Fig. V. Längsdurchschnitt, *Fig. 5.* Queerdurchschnitt } aus dem Ende des zweiten Tages.

Fig. VI. Längsdurchschnitt aus dem dritten Tage.

Fig. 6′ und 6″ Queerdurchschnitte von Embryonen desselben Tages. 6′ zeigt einen frühern, 6″ einen spätern Bildungsmoment.

Fig. VII. Längsdurchschnitt aus dem vierten Tage.

Fig. 7′ und 7″ Queerdurchschnitte aus derselben Zeit, und zwar ist 7′ eine frühere, 7″ eine spätere Bildung.

Fig. VIII. Längsdurchschnitt, *Fig. 8.* Queerdurchschnitt } aus dem fünften Tage.

NB. Damit die Queerdurchschnitte, wenn man sie in der Reihe betrachtet, die allmählige Fortbildung erläutern, sind sie vom dritten und vierten Tage sämmtlich aus derjenigen Gegend des Leibes gewählt, in welcher der Darm noch nicht geschlossen ist. Aus denselben Embryonen würden Queerdurchschnitte in dem vordersten oder hintersten Theil des Leibes ein ganz anderes Ansehn gewähren. *Fig.* 8. ist als ein Schnitt dicht hinter dem Dottergange zu betrachten.

In allen Längsdurchschnitten wird bezeichnet durch:

A der Rand der Keimhaut.

B die Grenze des Gefäfsblattes derselben. In späterer Zeit bezeichnet *B* zugleich den Durchschnitt der Grenzvene.

C die Dotterhaut.

D die Eischaalenhaut.

E die Centralhöhle im Dotter.

F der aufsteigende Kanal aus derselben.
G der Hügel der Keimschicht.
H der weiſse Rand desselben.
I, *K*, *L* die Halonen.
a das vordere Ende der Wirbelsaite.
b das hintere Ende derselben.
a b die Wirbelsaite.
c das vordere Ende der Rückenplatte.
c b die Rückenplatte.
d das vordere Ende des Speisekanals; später die Mundöffnung.
e der Athmungsapparat.
NB. In *Fig. VI.*, wo der Athmungsapparat blos seitlich hervorgetreten ist, nicht nach unten, findet sich dieser Buchstabe in Klammern eingeschlossen.
f der Magen.
g der vordere Eingang in den Speisekanal.
h der Gallengang.
i die Leber.
k der hintere Eingang in den Speisekanal.
g k die Darmrinne, oder der nicht geschlossene Theil des Darmes.
l der Mastdarm.
m der Harnsack.
n die Blinddärme.
NB. In *Fig. VII.* ist dieser Buchstabe in Klammern eingeschlossen, weil die Blinddärme nur seitlich hervorragen.
o das hintere Ende des Speisekanals; später die Afteröffnung vom Embryo.
p der Umschlag der Keimhaut beim Uebergange in die Kopfkappe.
Nach der Trennung derselben in zwei Lagen ist:
p' die Umbeugung des serösen Blattes, und *p* die Umbeugung des Gefäſs- und Schleimblattes.
q die Umbeugung der Keimhaut beim Uebergange des Embryo in die Schwanzkappe.
r der vordere Rand der Kopfkappe, oder der Uebergang derselben in die übrige Keimhaut.
r' die Stelle des serösen Blattes, die sich von hier gelöst hat.
p r die Kopfkappe.
s der hintere Rand der Schwanzscheide, oder Uebergang derselben in die übrige Keimhaut.
s' das von dieser abgelöste seröse Blatt.
q s die Schwanzkappe.
r p q s Wolff's falsches Amnion.
t der vordere Theil der Amnionsfalte.
p r t die Kopfscheide.
u der hintere Theil der Amnionsfalte.
q s u die Schwanzscheide.
p' r' t u s' q' das Amnion.

r t u s seröse Hülle, oder Pander's falsches Amnion.
v die Vorkammer des Herzens.
w die Kammern desselben.
x die Aortenzwiebel.
y die Aorta
z die Gekrösschlagader } *y z* zeigt zugleich für den spätern Embryo das Gekröse an.
α die Gekrösvene.
β die Nabelvene.
γ der Körpervenenstamm.

In den Queerdurchschnitten ist:
a die Wirbelsaite.
b der äufsere Rand der Rückenplatte.
c der obere Rand derselben, später die Mittellinie des Rückens.
b c die Rückenplatte.
d der äufsere (und später der untere) Rand der Bauchplatte.
b d die Bauchplatte.
e die Umbeugung des serösen Blattes.
d e der häutige Theil der Bauchwand.
f der Rand der Seitenkappe.
g der seitliche Theil der Amnionsfalte, später der Schlufs des Amnions.
d e g das Amnion.
h der obere Winkel.
i der untere Winkel der Gekrösplatte, später die Naht des Gekröses.
h i die Gekrösplatte.
k das Gefäfsblatt auf dem Darme.
l das Schleimblatt des Darmes.
l f Wolff's falsches Amnion.
m der Wolffische Körper.
n die Lücke des Gekröses.
o die Aorta.
p der Harnsack.

Tafel III.

Diese Tafel enthält gröfstentheils ideale Abbildungen zur Versinnlichung gewisser Verhältnisse. Sie dient zur Erläuterung der Scholien und Corollarien. Einzelne Figuren werden im zweiten Hefte ausführlicher berücksichtigt, als im ersten geschehen ist.

Fig. 1. Ein Kelch aus dem Eierstocke eines Vogels, mit dem enthaltenen reifen Dotter senkrecht durchschnitten.
1 der Stiel des Kelches.
2 die Narbe des Kelches.

3 der Kelch selbst.

4 ein ganz zurückgesunkener Kelch, der das Ansehn eines sogenannten gelben Körpers erhalten hat.

a die äufsere Haut des Kelches, eine Fortsetzung der äufsern Haut des Eierstockes.
b die Kapsel.
c Dotterhaut.
d Centralhöhle im Dotter.
e die Keimschicht mit dem Keimbläschen.

Fig. 2. Senkrechter Durchschnitt eines Hühnereies im Beginne der Bebrütung.

a Durchschnitt der Schaale.
b - - der Schaalenhaut.
c - - der Dotterhaut.
d - - der Centralhöhle im Dotter.
e - - des Keimes.
f - - der Wölbung der Dotterhaut über dem Keime.

Fig. 3. Ein Ei, das etwa 24 Stunden bebrütet ist, von oben angesehen, doch so, dafs die Schaale und die Schaalenhaut nur im Durchschnitte erscheinen.

a die Schaale.
b die Schaalenhaut.
c Grenze zwischen dem äufsern und mittlern Eiweifs.
c' *Ligamentum albuminis* des Treddern.
d Grenze zwischen dem mittlern und innersten Eiweifs.
e, *e* Hagelschnüre.
f Dotterkugel.
g Grenze der Keimhaut.
g h der Dotterhof.
h Grenze des Fruchthofes.
h i der Gefäfshof.
i der Fruchthof mit dem Embryo in seiner Mitte.

Fig. 4. Idealer senkrechter Queerdurchschnitt des Embryo eines Wirbelthiers.

a der Stamm der Wirbelsäule.
b Rückenplatten. Beide bilden zusammen die Rückenröhre.
c Bauchplatten. Beide bilden mit einander die Bauchröhre.
d das Rückenmark.
e die Gefäfshautröhre.
f die Schleimhautröhre.
g falsche Nieren.
h Haut.
i Amnion.
k seröse Hülle.
l Dottersack.

Fig. 5. Abbildung von der Umbildung des Keimes in den Embryo

$\alpha\ \beta$ Inbegriff der Centrallinien aller Fundamentalorgane.

a Wirbelsaite.

b Bildungsbogen der Rückenplatten.

c - - der Bauchplatten.

d - - der Nervenröhre.

e - - der Gefäſsröhre.

f - - der Schleimhautröhre.

m Kamm der Rückenplatte.

m′ die Stelle im Keime, aus welcher er stammt.

n Kamm der Bauchplatte.

n′ die Stelle im Keime, aus welcher er stammt.

x durchbohrender Bildungsbogen des Auges.

y durchbohrender Bildungsbogen des Ohres.

Fig. 6. Ideale Abbildung der organischen Bewegungen im Wirbelthiere. Der Leib des Thiers ist durchsichtig gedacht, so daſs man nur den Umriſs erkennt. Auch der Umriſs des Herzens ist angedeutet (in der Gestaltung ist die rechte Vorkammer etwas über die Norm nach hinten gestellt). Die Ansicht ist von der Rückenfläche.

1′ Weg des rothen Blutes in die linke Kammer.

1 Bahn desselben aus der linken Kammer.

2 Bahn des Venenblutes aus der vordern Hälfte des Körpers in die rechte Vorkammer.

3 Bahn des Venenblutes aus der hintern Hälfte des Körpers in die rechte Vorkammer.

4 Bahn des Pfortaderblutes.

5 Weg der eingeathmeten Luft.

6 Weg der Speisen aus dem Schlundkopfe in die Speiseröhre.

7 Weg des Speisebreies aus dem Magen in den Darm.

8 Weg des Kothes.

9 Weg der Eier.

Fig. 7. Idealer Durchschnitt eines Wirbelthiers, um den Typus der Extremitäten daran zu zeigen.

a Stamm der Wirbelsäule.

b oberer Wirbelbogen.

c unterer Bogen, oder Rippen.

d Rückenstück vom Rumpfgliede
e Bauchstücke vom Rumpfgliede
f oberes Mittelglied
g unteres Mittelglied
h Endglied
h′ Endglied als Flosse

} der Extremität.

Fig. 8. Idealer senkrechter Durchschnitt eines Gliederthiers.

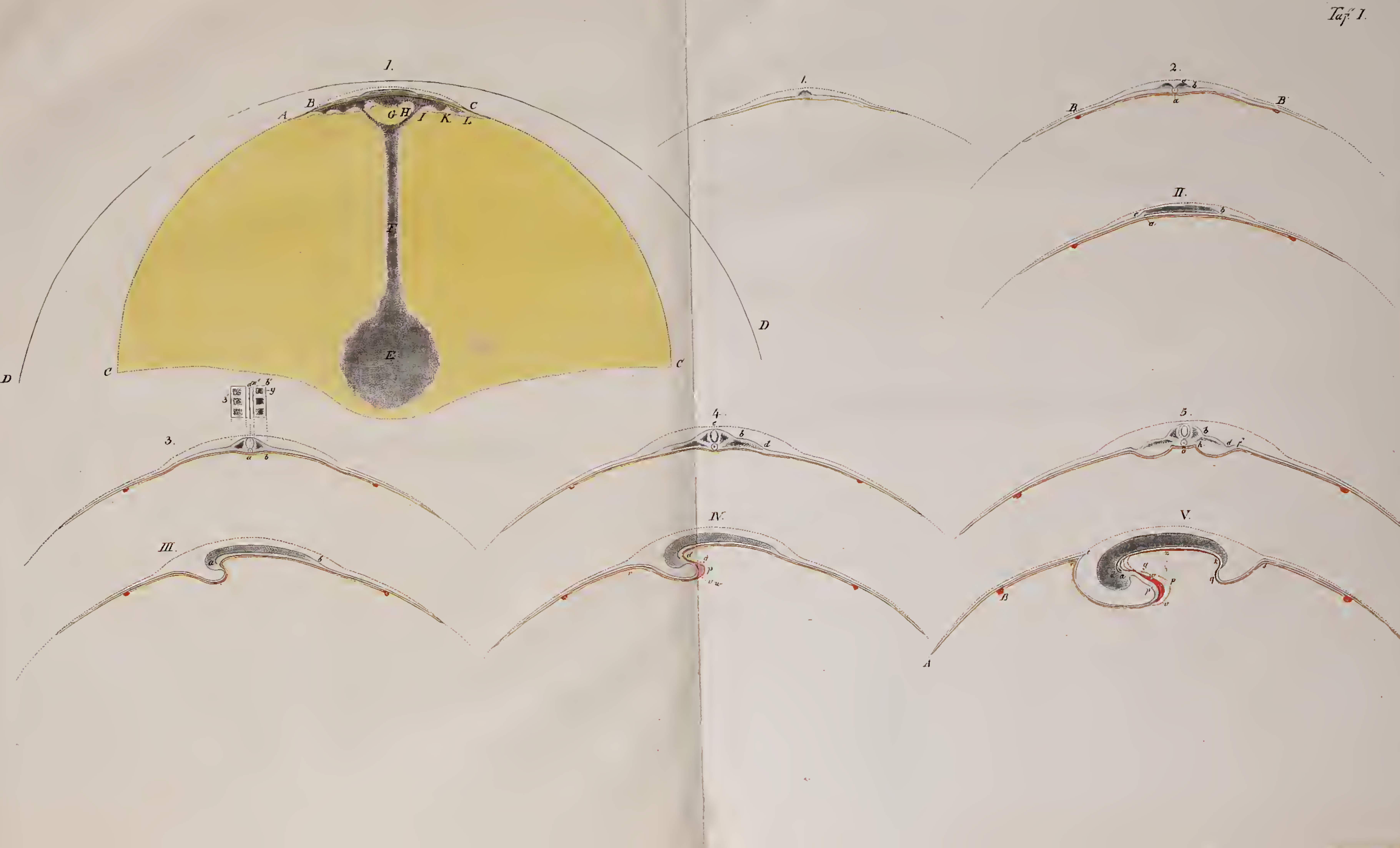
a Stamm oder Centrallinie der Körperringe.

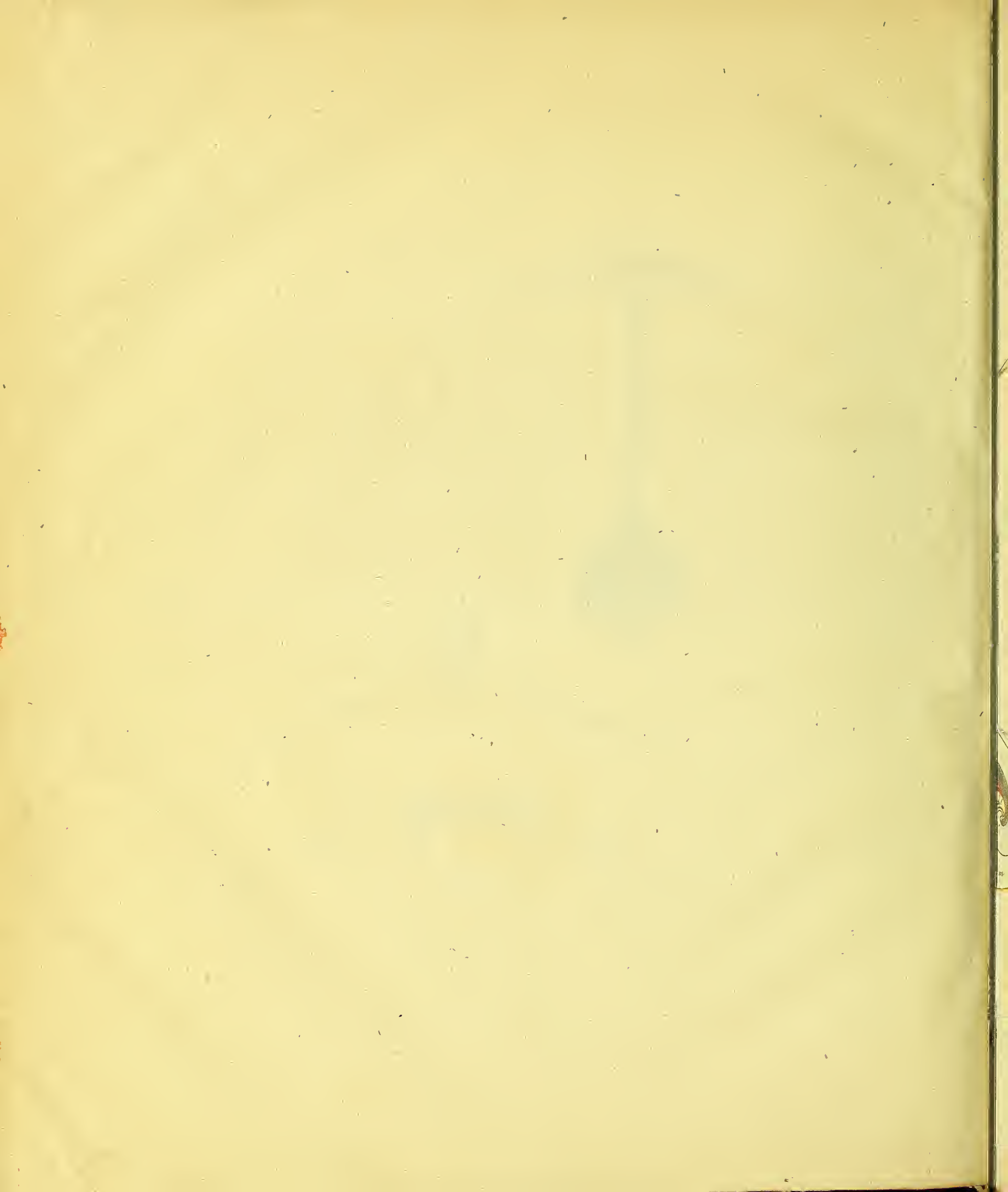
a′ Schluſslinie.

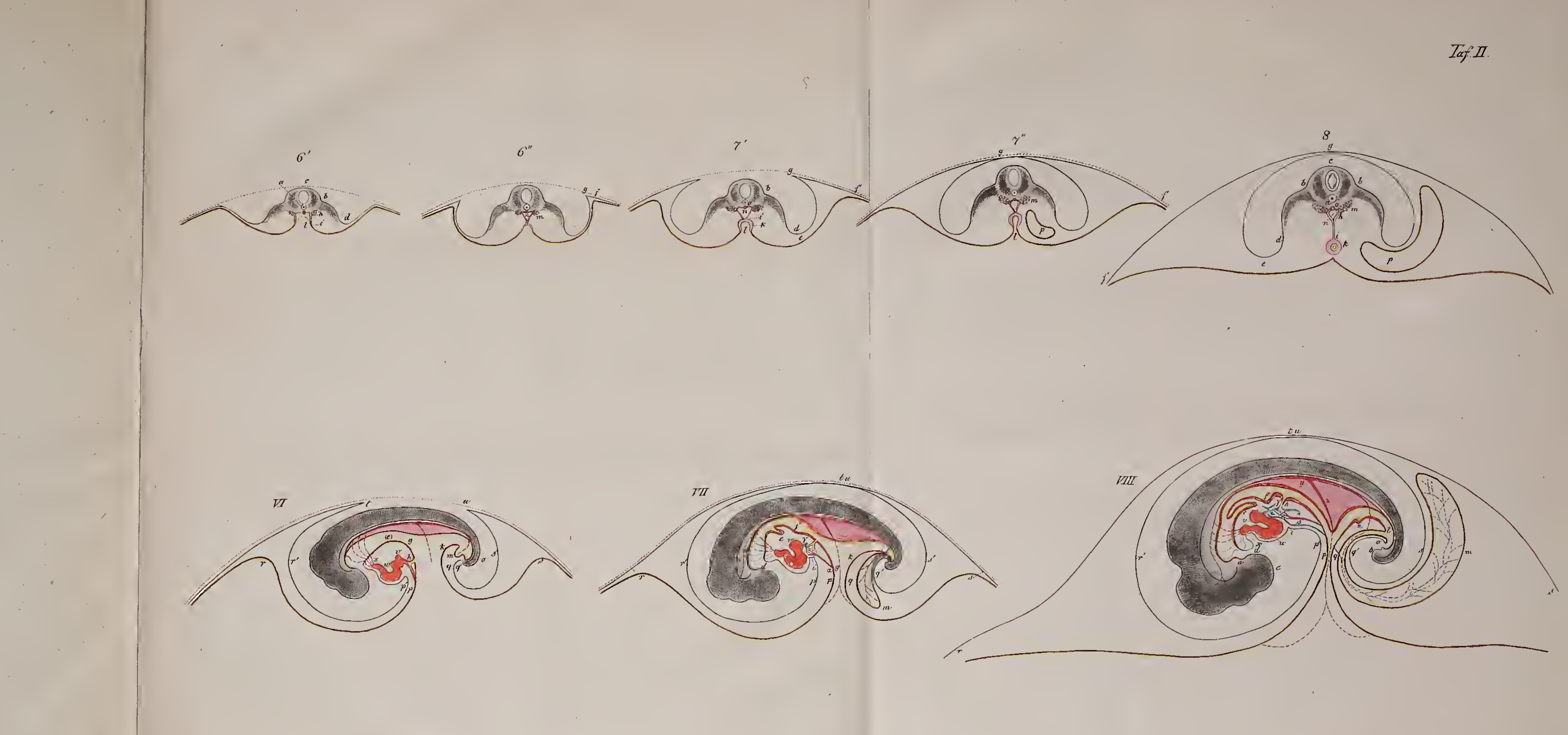
b Hüfte.
c Oberschenkel } der Extremität.
d Unterschenkel } der Extremität.
e Fuſs.
f Flügel.
f' Lage des unentwickelten Flügels.

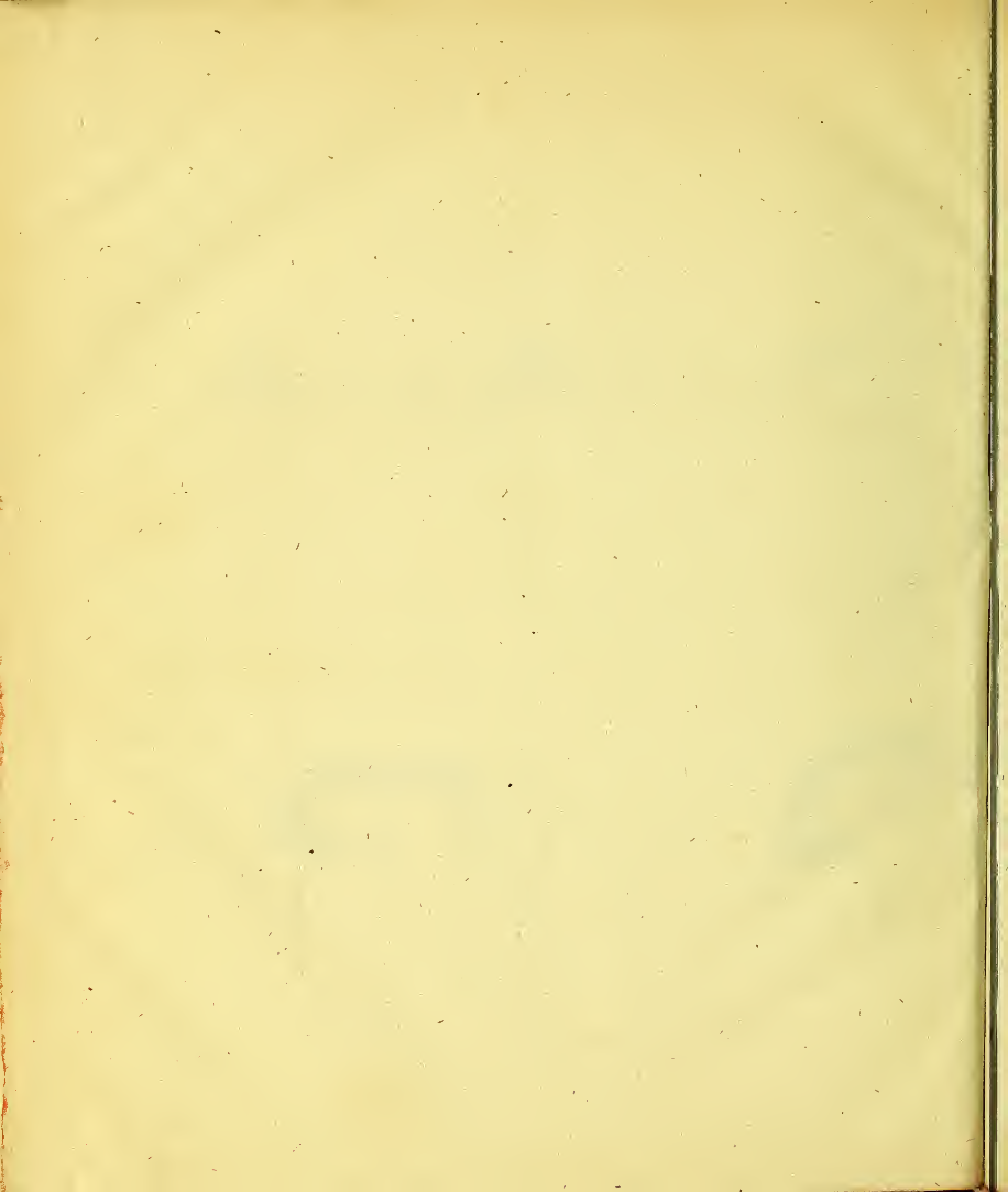
Fig. 9. Embryo einer Meduse.
Fig. 10. Bildungsschema der Thiere des Längentypus.
Fig. 11. Typus der Strahlthiere.
Fig. 12. Typus der Mollusken.
Fig. 13. Typus der Gliederthiere.
Fig. 14. Typus der Wirbelthiere.

Halle,
gedruckt in der Gebauerschen Buchdruckerei.


Taf. I.
1.
A B G H I K L C
F
E
D C C D
1. 2. II. 3. 4. 5. III. IV. V.




6'
6''
7'
7''
8
VI
VII
VIII



Taf. III.

